

TUGAS AKHIR

PENGARUH VARIASI LAMA WAKTU TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK DALAM PROSES ANODIZING ALUMINIUM SERI 1XXX

Muhammad Faris Sampurna

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Yogyakarta 55183, Indonesia

farissampurna@gmail.com

Anodizing aluminium merupakan proses pelapisan secara elektrolisis yang merubah aluminium menjadi aluminium oksida, pada permukaan yang akan dilapisi. Proses anodizing banyak digunakan dalam industri manufaktur, karena banyak mempunyai keunggulan antara lain : tahan terhadap goresan, mudah dalam perawatan dan ekonomis. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui bagaimana pengaruh variasi waktu terhadap sifat fisik dan mekanik dalam proses anodizing aluminium seri 1XXX. Spesimen dari plat aluminium 1XXX, dimensi 50 mm x 30 mm x 2.8 mm. Spesimen di amplas dengan 3 kali proses pengamplasan menggunakan amplas logam seri P1000, P2000, dan C5000 yang dilanjutkan dengan proses cleaning dengan larutan natrium karbonat (Na_2CO_3) konsentrasi 10 gram/1000 ml air reverse osmosis. Dilanjutkan dengan proses etching, desmut, anodizing menggunakan konsentrasi larutan asam sulfat (H_2SO_4) 400 ml berbanding 60 ml air reverse osmosis. Variasi waktu yang digunakan pada proses pencelupan adalah 5 Menit, 10 Menit, 15 Menit, dengan arus listrik sebesar 3 Amper dan tegangan 18 Volt. Setelah itu dilakukan proses dyeing dan sealing. Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian ketebalan lapisan oksida, foto mikro stereo dan kekerasan (vikers). Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa waktu pencelupan pada proses anodizing berpengaruh terhadap ketebalan lapisan oksida, struktur makro, dan kekerasan permukaan aluminium 1XXX, dimana ketebalan tertinggi setelah melalui proses anodizing dan sealing yaitu sebesar 60 μm pada variasi waktu pencelupan anodizing 15 menit, namun demikian pada variasi waktu yang sama kekerasan permukaan berbanding terbalik dengan nilai ketebalan lapisan oksida. Kekerasan permukaan dari variasi waktu pencelupan anodizing selama 15 menit menurun yaitu sebesar 56,07 VHN dengan standar deviasi $\pm 2,53$. Sementara nilai kekerasan tertinggi didapat pada variasi waktu pencelupan anodizing 5 menit yaitu sebesar 68,16 VHN dengan standar deviasi $\pm 0,75$, setelah melalui proses sealing. Dari hasil uji makro setruktur permukaan berpori terlihat pada variasi waktu pencelupan anodizing selama 5 menit kemudian berangsur mengecil seiring dengan pertambahannya waktu proses anodizing.

Kata kunci : Anodizing aluminium, waktu anodizing, struktur mikro, struktur makro, kekerasan.

I Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Semakin berkembangnya teknologi di dunia industri, khususnya di bidang *manufacturing*, maka semakin berkembang pula inovasi-inovasi maupun metode baru guna meningkatkan kualitas produk yang di pabrikasinya. Bahan aluminium sering digunakan untuk pabrikan, karena aluminium memiliki sifat yang lunak dan mudah dibentuk dibandingkan dengan material lain. Untuk segi dekoratif, aluminium juga mudah di-*treatmen* dengan menggunakan berbagai metode agar dapat memunculkan tampilan yang lebih baik. Akan tetapi dari kelebihan-kelebihan yang dimiliki, aluminium juga memiliki kekurangan, pada paduan tertentu aluminium tidak bisa menahan laju korosi yang disebabkan karena pengaruh destruktif lingkungan, akibat dari korosi tersebut nilai

ketangguhan dan kekuatan dari aluminium akan menurun.

Melihat kerugian yang kemungkinan terjadi akibat pengaruh destruktif lingkungan maka berbagai usaha dilakukan agar dapat melindungi aluminium dari korosi, salah satunya yaitu dengan menggunakan metode *anodizing (surface treatment)*.

Tujuan dari *anodizing* yaitu untuk mengoksidasi permukaan aluminium agar terlindungi dari pengaruh destruktif lingkungan yang menyebabkan korosi, disamping itu metode *anodizing* juga menghasilkan tampilan aluminium yang lebih menarik, lebih halus, bertekstur dan berwarna, serta tahan terhadap gesekan permukaan. Pada rekayasa material, proses *anodizing* sering diaplikasikan pada bahan aluminium. Maka aluminium *anodizing* yaitu proses pelapisan

aluminium secara *elektrokimia* dengan cara mengkonversikan aluminium menjadi *aluminium oxide* (Al_2O_3) pada permukaan material yang akan di *anodizing*.

Ada berbagai faktor yang dapat mempengaruhi proses *anodizing*, salah satunya adalah pengaruh waktu pencelupan pada proses *anodizing*. Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Pujianta dan Ary (2008), hasil penelitian didapat bahwa semakin lama waktu penahanan pencelupan *anodizing* maka akan menaikkan ketebal lapisan oksida, Nilai kekerasan untuk variasi waktu penahanan pencelupan *anodizing* berturut-turut semakin meningkat seiring dengan naiknya variasi lama waktu penahan pencelupan. Dengan bertambahnya waktu penahanan pencelupan pula menyebabkan kecenderungan naiknya nilai kekerasan.

Kemudian Priadi dan Pardi (2010) meneliti tentang pengaruh variasi waktu penahanan pencelupan terhadap ketebalan lapisan dan laju korosi pada kuningan cor yang di *anodizing*, dengan menggunakan rapat arus sebesar 3 Ampere dan variasi waktu proses *anodizing* 20, 30, dan 40 menit. Hasil penilitianya didapat, waktu terbaik proses *anodizing* yaitu 40 menit dengan tebal lapisan yang terbentuk pada permukaan kuningan sebesar 25 μm . Semakin lama waktu penahanan pencelupan pada proses *anodizing* maka semakin tebal lapisan oksida pada permukaan kuningan cor.

Hasil dari beberapa penelitian diatas menunjukkan bahwa pengaruh waktu penahanan pencelupan pada proses *anodizing* sangat berpengaruh terhadap naiknya jumlah lapisan oksida yang terbentuk dan naiknya nilai kekerasan pada permukaan material. Namun demikian penelitian diatas belum membuktikan hasil penelitiannya menggunakan bahan aluminium murni seri 1XXX, sifat aluminium murni yang lunak cenderung mudah tergores dan kurang tangguh tidak terlalu sering dipakai untuk aplikasi manufaktur yang membutuhkan ketahanan dan kekuatan material. Oleh sebab itu, untuk menaikkan nilai estetika dan ketangguhan dari aluminium murni agar pengaplikasiannya luas, maka perlu dilakukan penelitian perlakuan permukaan pada aluminium murni seri 1XXX menggunakan metode *anodizing*.

II Dasar Teori

2.1. Dasar Teori

Aluminium merupakan salah satu material logam yang banyak dimanfaatkan dan dikembangkan. Dalam berbagai macam aplikasi khususnya dalam dunia perindustrian manufaktur dan otomotif. Agar kualitas fisik maupun mekanis dari aluminium semakin baik dalam segi ketahanan dan nilai dekoratif maka diperlukan sebuah *treatment* khusus untuk meningkatkan kualitas dari aluminium, salah satu metode yang digunakan yaitu dengan menggunakan proses *anodizing*. Metode *anodizing* adalah sebuah proses *surface treatment* untuk meningkatkan ketebalan lapisan protektif alami pada logam aluminium.

Lapisan oksida adalah bagian dari logam aluminium yang dilapisi, namun memiliki struktur berpori yang memberikan reaksi untuk proses pewarnaan, proses *anodizing* dapat mengubah permukaan aluminium menjadi lebih dekoratif dan tahan terhadap korosi. Aluminium adalah logam yang paling sesuai untuk proses *anodizing*. Logam *non ferous* lainnya yang dapat digunakan untuk *anodizing* adalah magnesium dan titanium (Taufiq, 2011).

Anodizing atau oksida anoda secara luas digunakan untuk tujuan protektif perlindungan dan dekorasi permukaan aluminium. Proses *anodizing* prinsipnya hampir sama dengan proses pelapisan listrik (*elektroplating*), tetapi bedanya logam yang akan dilapisi ditempatkan sebagai anoda didalam larutan elektrolit. Perbedaan lain larutan elektrolit yang digunakan bersifat asam dan arus yang digunakan searah (*DC*) *direct current*. Proses utama, dalam *anodizing* aluminium memerlukan larutan asam sulfat, asam kromat atau campuran asam sulfat dan asam oksalat (Santhiarsa, 2010).

Asam sulfat yang digunakan harus asam pekat, serta asam tersebut menjadi oksidator. Beberapa manfaat dari oksidasi anoda aluminium adalah meningkatkan ketahanan korosi, memperbaiki penampilan dan meningkatkan ketahanan abrasi. Biasanya oksidasi anodik menggunakan asam sulfat (H_2SO_4), karena selain murah dan mudah untuk didapatkan, dan hasil pelapisannya mempunyai sifat estetika dan fungsional yang luas (Santhiarsa, 2009).

Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Pujianta dan Ary (2008), yang meneliti tentang pengaruh waktu penahan pencelupan pada proses

anodizing terhadap ketebalan lapisan oksida dan nilai kekerasan dan laju korosi lapisan oksida menggunakan material aluminium murni dengan variasi lama waktu pencelupan 30, 40, dan 50 menit serta rapat arus 2 Ampere. Pada spesimen hasil *anodizing* tebal lapisan oksida diamati dengan menggunakan *inverted microscope*, kekerasan dengan menggunakan *mikro vikers* dan laju korosi dengan cara dicelupkan kedalam larutan NaCl 5% selama 120 jam, kemudian diukur pengurangan beratnya. Dari hasil penelitian didapat tebal lapisan oksida aluminium *anodizing* tertinggi dengan waktu penahanan pencelupan 50 menit sebesar 105 μm . Semakin lama waktu penahanan pencelupan *anodizing* maka semakin tebal lapisan oksida yang dihasilkan. Nilai kekerasan tertinggi didapat pada variasi waktu penahanan pencelupan *anodizing* 30 menit sebesar 53,633 VHN. Dengan bertambahnya waktu penahanan pencelupan menyebabkan kecenderungan naiknya nilai kekerasan. Besarnya laju korosi untuk variasi waktu *anodizing* 30 menit sebesar 0,120 mm/tahun, 40 menit sebesar 0,060 mm/tahun, 50 menit belum memperlihatkan adanya laju korosi. Bertambahnya waktu penahanan pencelupan akan mengurangi laju korosi pada aluminium *anodizing*.

Priadi dan Pardi (2010), Meneliti tentang pengaruh variasi waktu penahanan pencelupan terhadap ketebalan lapisan dan laju korosi pada kuningan cor yang di *anodizing*, dengan menggunakan rapat arus sebesar 3 Ampere dan variasi waktu proses *anodizing* 20, 30, dan 40 menit serta temperatur proses *anodizing* sebesar 60 $^{\circ}\text{C}$. Dari hasil penelitiannya didapatkan hasil tebal lapisan oksida tertinggi dengan variasi waktu 40 menit sebesar 25 μm . Besarnya laju korosi untuk variasi waktu penahanan *anodizing* 20 menit mempunyai nilai CPR (*corrosion penetrate rate*) rata-rata sebesar 0,028 mm/tahun, spesimen dengan waktu penahanan *anodizing* 30 menit rata-rata sebesar 0,023 mm/tahun, dan untuk spesimen dengan waktu penahanan *anodizing* 40 menit rata-rata sebesar 0,012 mm/tahun. Dengan bertambahnya waktu pada proses *anodizing* menyebabkan laju korosi akan berkurang atau menurun.

Dari beberapa penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa pengaruh lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* terhadap kekerasan pada permukaan aluminium murni

cenderung meningkat seiring bertambahnya lama waktu proses pencelupan. Kemudian pengaruh variasi lama waktu pencelupan proses *anodizing* terhadap ketebalan lapisan oksida pada permukaan kuningan cor semakin banyak terbentuk seiring dengan bertambahnya waktu proses pencelupannya. Selain beberapa faktor diatas pengaruh rapat arus, tegangan, konsentrasi elektrolit, dan jenis material yang digunakan juga mempengaruhi karakteristik permukaan material yang di-*anodizing* dan di-*dieying*.

III Metode Penelitian

3.1 Metode penelitian kuantitatif

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode eksperimen dan merupakan penelitian kuantitatif, yaitu memaparkan secara jelas hasil dari eksperimen di laboratorium terhadap sejumlah spesimen uji, kemudian menganalisa data hasil eksperimen dan memaparkan menggunakan angka-angka.

3.2 Aluminium Murni (Seri 1XXX)

Aluminium murni didapat dalam keadaan cair melalui proses elektrolisa, yang umumnya mencapai kemurnian 99,85% berat. Namun, bila dilakukan proses elektrolisa lebih lanjut, maka akan didapatkan aluminium dengan kemurnian 99,99%.

Ketahanan korosi berubah menurut kemurnian, pada umumnya untuk kemurnian 99,0% atau diatasnya dapat dipergunakan di udara tahan dalam waktu bertahun-tahun. Hantaran listrik Al, kira-kira 65% dari hantaran listrik tembaga, tetapi massa jenisnya kurang lebih sepertiga dari tembaga sehingga memungkinkan untuk memperluas penampangnya. Oleh karena itu, dapat dipergunakan untuk kabel dan dalam berbagai bentuk. Misalnya sebagai lembaran tipis (foil). Dalam hal ini dapat dipergunakan Al dengan kemurnian 99,0%. Untuk reflector yang memerlukan reflektifitas yang tinggi juga untuk kodensor elektrolitik dipergunakan Al 99,99%. (Rasyid Dkk. 2009).

3.3 Tahapan proses Anodizing

Langkah pertama yaitu pemotongan bendakerja aluminium seri 1XXX dengan dimensi 50 mm x 30 mm x 2.8 mm. kemudian dilanjutkan dengan proses pengamplasan ini bertujuan untuk menghilangkan

kotoran-kotoran yang menempel pada permukaan logam aluminium. Proses pengamplasan menggunakan amplas logam seri P1000, P2000, dan C5000. Setelah proses pengamplasan selesai kemudian spesimen *dirinsing* dalam bak air RO (*Reverse Osmosis*). Tahap selanjutnya yaitu proses *cleaning* adalah proses pencucian spesimen dengan menggunakan natrium karbonat (Na_2CO_3) yang berfungsi untuk meningkatkan daya bersih pada proses pencucian, konsentrasi yang digunakan pada proses ini (10 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*).

Setelah proses *cleaning* selesai kemudian spesimen *dirinsing* dalam bak air RO (*Reverse Osmosis*). Proses selanjutnya yaitu Proses *etching* (etsa) adalah proses menghilangkan lapisan oksida pada permukaan aluminium yang tidak dapat dihilangkan dengan proses sebelumnya baik itu proses *cleaning* dan *rinsing*. Pada proses *etching* menggunakan media soda api (NaOH) dengan konsentrasi (100 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*). Setelah proses *cleaning* dan *etching*, langkah selanjutnya proses *desmut*.

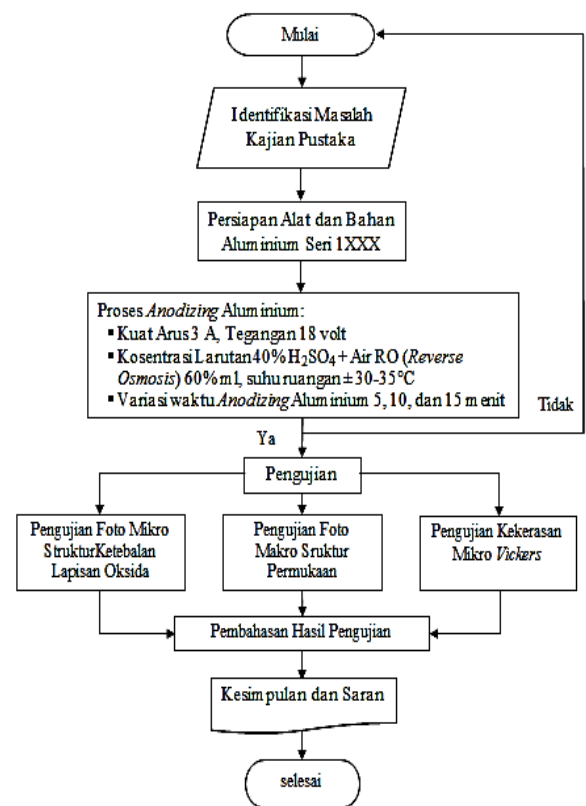
Proses *Desmut* adalah suatu proses untuk menghilangkan *smut* pada aluminium. Istilah *smut* sendiri adalah lapisan tipis yang berwarna abu-abu hingga hitam yang berasal dari bahan-bahan paduan pembentuk logam aluminium yang tidak dapat larut dalam larutan *etching*. Selain itu juga berfungsi untuk pengkilapan (*Bright deep*) pada permukaan logam aluminium. Pada proses ini spesimen dicelupkan kedalam larutan *desmut* dengan komposisi *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.

Setelah dilakukan proses *desmut* kemudian spesimen di-*rinsing* dalam bak air RO (*Reverse Osmosis*). Proses *anodizing* pada proses ini spesimen dicelupkan kedalam bak plastik yang berisi larutan asam sulfat (H_2SO_4) yang sudah dicampur dengan air RO (*Reverse Osmosis*), dengan konsentrasi larutan sebesar 400 ml asam sulfat (H_2SO_4) dan 600 ml air RO (*Reverse Osmosis*). Pada proses *anodic oxidation* benda kerja sebagai anoda (+) dan aluminium penghantar sebagai katoda (-). Sebelum mencelupkan spesimen larutan, terlebih dahulu mengatur besar tegangan yang digunakan. Tegangan yang dipakai pada proses ini yaitu sebesar 18 Volt, Selanjutnya arus listrik pada *power supply* diatur setelah spesimen dicelupkan kedalam larutan dengan arus 3 Ampere. Variasi waktu proses pencelupan selama 5, 10, dan 15 menit.

Setelah proses *anodic oxidation* selesai selanjutnya *dirinsing* dalam bak air RO (*Reverse Osmosis*), sebelum dilanjutkan ke proses *dieying*.

Setelah lapisan oksida terbentuk melalui proses *anodic oxidation*, selanjutnya adalah proses pewarnaan (*Dieying*). Pada proses ini material dicelupkan kedalam larutan pewarna (20 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*) selama ± 10 menit. Proses pewarnaan ini berfungsi memberikan nilai dekoratif pada logam aluminium, selain itu juga sebagai lapisan pelindung pada lapisan oksidanya. Proses yang terakhir yaitu proses *sealing* adalah untuk menutup kembali pori-pori lapisan oksida yang terbentuk pada proses *anodic oxidation*. Pada proses ini menggunakan larutan asam cuka (50 gr/liter) air RO (*Reverse Osmosis*), dengan lama waktu pencelupan selama ± 10 detik.

3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

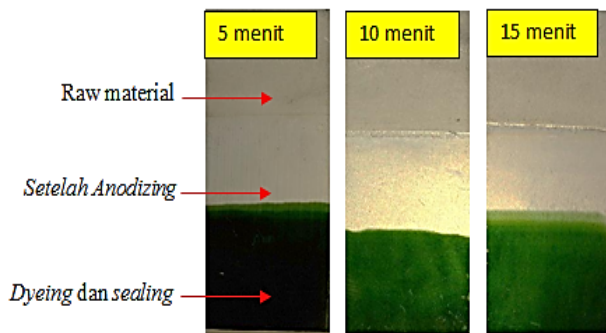
Pada gambar 2 di atas, menunjukkan diagram alir penelitian mulai dari proses awal sampai dengan proses akhir.

IV Analisa dan Pembahasan

4.1 Hasil pengamatan Spesimen Anodizing

Setelah dilakukan pengujian maka diperoleh data-data pengujian material. Kemudian data dijelaskan pada sub-sub pembahasan dari masing-masing jenis pengujian. Berikut adalah 3 lapis kondisi spesimen sebelum dan setelah proses

anodizing kemudian dilakukan pengujian yang ditunjukkan pada gambar 4.1



Gambar 4.1 spesimen aluminium 1XXX setelah melalui proses *anodizing* dilanjutkan dengan *dyeing* dan *sealing*.

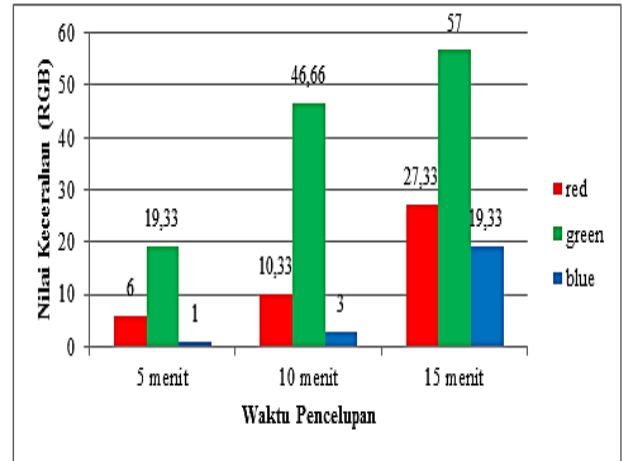
Spesimen aluminium 1XXX setelah proses *anodizing* dan *dyeing* dilakukan pengujian kecerahan warna (RGB) menggunakan *adobe photoshop CS3*, dimana akan didapat data perbandingan antara hasil visual pada variasi waktu 5, 10 dan 15 menit, setelah proses *anodizing* dan *dyeing*. Berikut adalah hasil pengujian kecerahan dengan *bringhtnees auto level* Ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Spesimen aluminium 1XXX setelah proses *anodizing* dan *dyeing* setelah dilakukan pengujian visual dengan *adobe photoshop*, (a) waktu celup 5 menit, (b) waktu celup 10 menit dan (c) waktu celup 15 menit. (TU) Titik Uji.

Gambar 4.2 menunjukkan gambar hasil uji visual menggunakan *adobe photoshop CS3*, dan berikut adalah tabel hasil pengujian kecerahan warna (RGB).

Dari tabel hasil pengujian kecerahan warna diatas maka diperoleh grafik hubungan antara lama waktu proses *anodizing* terhadap kecerahan warna yang dihasilkan. Ditunjukkan pada gambar 4.3



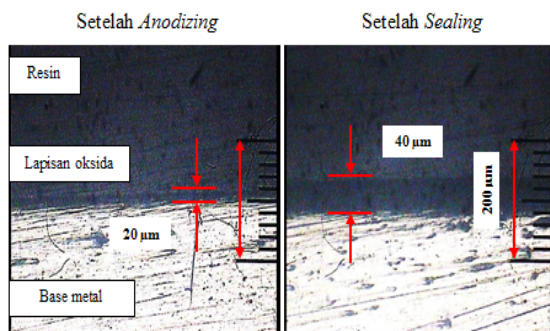
Gambar 4.3 Grafik hubungan antara waktu pencelupan *anodizing* terhadap kecerahan warna (RGB).

Dari hasil pengujian kecerahan warna menggunakan *adobe photoshop*. Pengaruh lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* mempengaruhi kecerahan warna yang ditampilkan setelah proses *dyeing* (pewarnaan). Hal tersebut dikarenakan ukuran pori-pori yang mempengaruhi pewarna masuk kedalam celah pori-pori anodisasi. Variasi 5 menit menghasilkan warna yang cenderung hijau gelap dan sangat homogen, pada variasi 10 dan 15 menit kecerahan warna mengalami peningkatan sehingga menampilkan warna yang lebih terang semakin meningkat dari variasi sebelumnya. Dari penelitian yang pernah dilakukan oleh Haryono (2013) tentang pengaruh variasi suhu dan waktu proses *anodizing* pada bahan aluminium, dengan variasi waktu pencelupan *anodizing* 20, 30 dan 40, menit dengan variasi suhu 30- 60°C menggunakan rapat arus 2 Ampere. Dapat di ambil kesimpulan bahwa hasil terbaik diperoleh pada variasi waktu pencelupan *anodizing* selama 30 menit dengan rapat arus 2 Ampere dan suhu 40-50°C yaitu menghasilkan warna yang rapat dan homogen. Hal itu disebabkan karena suhu terjaga sampai dengan proses *dyeing* sehingga pori-pori tidak menyempit dan tidak pula terlalu besar pada saat proses *dyeing*, sehingga pewarna yang masuk kedalam pori-pori spesimen homogen dan rata.

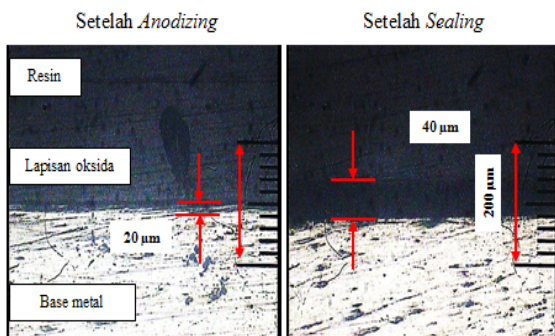
4.2 Hasil pengujian foto struktur mikro

Dari hasil pengamatan foto struktur mikro yang telah dilakukan bertujuan untuk mengetahui tebal lapisan oksida (*porous anodic coating*) spesimen *anodizing* dengan variasi lama waktu pencelupan 5, 10 dan menit, kuat arus 3 Ampere dan tegangan 18 Volt ditunjukkan pada gambar 4.4

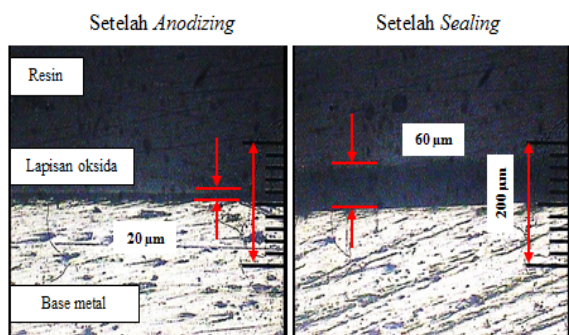
1. Variasi waktu pencelupan *anodizing* 5 menit



2. Variasi waktu pencelupan *anodizing* 10 menit



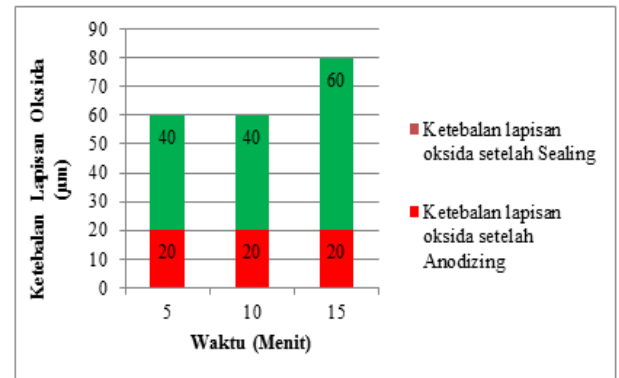
3. Variasi waktu pencelupan *anodizing* 15 menit



Gambar 4.6 Foto struktur mikro pada spesimen variasi waktu pencelupan *anodizing* 5, 10 dan 15 menit.

Dari hasil pengujian struktur mikro ketebalan lapisan oksida diatas, maka ditampilkan grafik hubungan antara lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* terhadap ketebalan lapisan oksida

setelah *anodizing* dan *sealing* seperti ditunjukkan pada Gambar 4.7



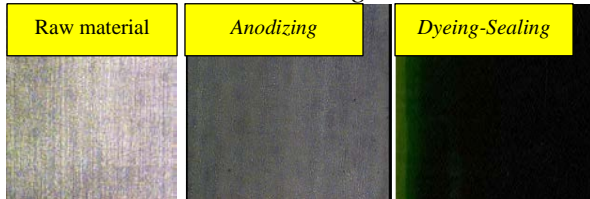
Gambar 4.7 Grafik hubungan antara lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* terhadap ketebalan lapisan oksida setelah *anodizing* dan *disealing*.

Dari grafik diatas menunjukkan hubungan antara ketebalan lapisan oksida pada permukaan aluminium *anodizing* dengan variasi lama waktu pencelupan selama 5 menit pada proses *anodizing* menghasilkan nilai ketebalan lapisan oksida sebesar 20 μm dengan ketebalan lapisan oksida setelah melalui proses *sealing* sebesar 40 μm , ketebalan yang sama juga didapat pada variasi lama waktu pencelupan *anodizing* 10 menit yaitu sebesar 20 μm dengan ketebalan lapisan oksida setelah melalui proses *sealing* sebesar 40 μm , kemudian ketebalan yang sama pada variasi lama waktu pencelupan 15 menit yaitu sebesar 20 μm dengan ketebalan lapisan oksida setelah melalui *sealing* meningkat yaitu sebesar 60 μm . Dapat disimpulkan bahwa pengaruh variasi lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* yang digunakan mempengaruhi ketebalan lapisan oksida pada proses *anodizing*. ketebalan oksida meningkat setelah melalui proses *dyeing* dan *sealing*. Kenaikan ketebalan kecil karena interval variasi waktu yang digunakan terlalu dekat. Pada penelitian yang pernah dilakukan oleh Pujianta dan Ary (2008), hasil penelitian didapat bahwa semakin lama waktu penahanan pencelupan *anodizing* maka akan menaikkan ketebal lapisan oksida. Hal itu disebabkan karena perpindahan ion-ion dalam larutan elektrolit semakin bertambah, dimana ion-ion tersebut merapat dan membentuk suatu lapisan oksida aluminium.

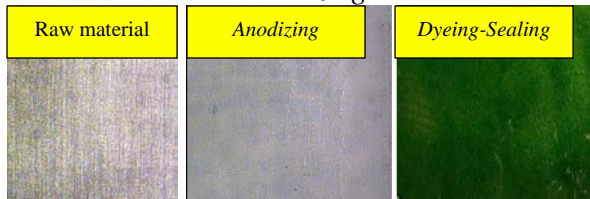
4.3 Hasil pengujian foto struktur makro

Dari hasil pengamatan foto struktur makro yang telah dilakukan bertujuan untuk mengetahui struktur permukaan makro aluminium sebelum dan sesudah di proses *anodizing*. Foto struktur makro permukaan aluminium didapat pada raw material aluminium dan 3 spesimen aluminium *anodizing* dengan waktu pencelupan selama 5 menit, 10 menit dan 15 menit menggunakan perbesaran 20 kali.

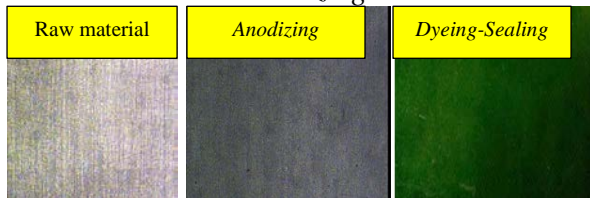
1. Variasi waktu *anodizing* 5 menit.



2. Variasi waktu *anodizing* 10 menit.



3. Variasi waktu *anodizing* 15 menit.



Gambar 4.8 Foto makro variasi waktu pencelupan 15 menit, setelah proses *anodizing* dan dilanjutkan dengan proses *dyeing* dan *sealing*

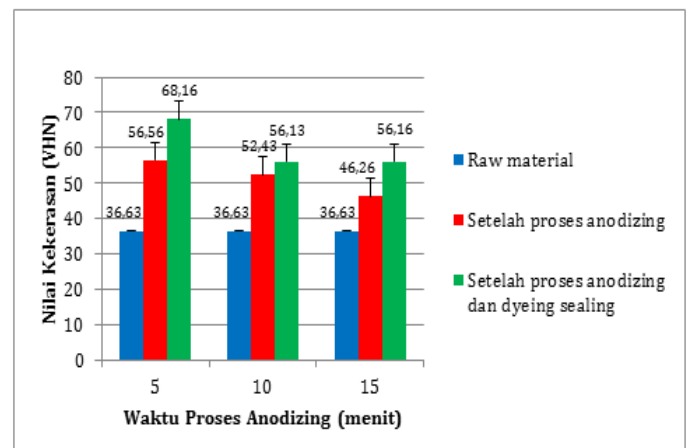
Pengujian foto struktur makro yang dilakukan dengan perbesaran 20 kali, pada variasi waktu pencelupan *anodizing* 5 menit, tampak permukaan terlihat kasar dan berpori, hasil *dyeing* dan *sealing* terlihat homogen dan pekat, sedangkan untuk variasi pencelupan 10 dan 15 menit struktur permukaan berangsur-angsur mulai tampak halus dan pori semakin menyempit namun kecerahan warna yang dihasilkan semakin meningkat. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* dan dilanjutkan dengan proses *dyeing* dan *sealing* dapat meningkatkan struktur permukaan yang semakin halus dan cerah.

4.4 Hasil pengujian pengujian kekerasan (VHN)

Setelah melakukan proses *anodizing* dengan variasi lama waktu pencelupan 5,10 dan 15 menit, spesimen kemudian diuji kekerasannya dengan menggunakan metode *Vickers Micro Hardness (VHN)*.

Pengujian dilakukan untuk membandingkan nilai kekerasan lapisan oksida yang terbentuk pada proses *anodizing* pada logam aluminium 1XXX pada spesimen *anodizing* dengan variasi lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* 5 menit, 10 menit dan 15 menit.

Dari hasil pengujian kekerasan permukaan diperoleh grafik hubungan beserta standar deviasi yang di peroleh dari ketiga spesimen uji yang ditunjukkan pada gambar 4.9



Gambar 4.13 Grafik hubungan antara waktu pencelupan (menit) dengan nilai kekerasan (VHN) dan nilai standar deviasinya setelah proses *anodizing* dan *dyeing, sealing*

Grafik diatas menunjukkan hubungan antara lama waktu pencelupan variasi waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit dengan nilai kekerasan serta standar deviasinya yang terbentuk pada permukaan setelah proses *anodizing*. Kekerasan rata-rata yang terbentuk yaitu sebesar $56,68 \pm 68,16$ VHN, $52,09 \pm 1,67$ VHN, dan $46,24 \pm 46,26$ secara berurutan. Sedangkan nilai kekerasan permukaan pada variasi lama waktu pencelupan yang sama setelah proses *dyeing* kemudian *disealing* menghasilkan nilai kekerasan rata-rata sebesar $68,14 \pm 0,75$ VHN, $56,07 \pm 1,67$ VHN, dan $56,07 \pm 2,53$ VHN secara berurutan kemudian Nilai kekerasan tertinggi setelah proses *anodizing* sebesar $56,68 \pm 68,16$ VHN pada variasi waktu pencelupan selama 5 menit. Sedangkan nilai

kekerasan tertinggi setelah melalui proses *sealing* sebesar $68,14 \pm 0,75$ VHN pada variasi waktu pencelupan *anodizing* yang sama. Dari hasil pengujian yang ditampilkan pada grafik diatas dapat diambil kesimpulan bahwa lama waktu pencelupan yang digunakan pada proses *anodizing* mempengaruhi naiknya nilai kekerasan dari alumunium 1XXX setelah di-*anodizing*, namun demikian dengan menggunakan densitas arus yang terlalu tinggi terhadap lama waktu yang digunakan juga mempengaruhi turunya nilai kekerasan dari alumunium *anodizing*. Pada penelitian sebelumnya yang di lakukan oleh Priyanto (2012) tentang pengaruh variasi arus listrik terhadap kekerasan permukaan aluminium 5XXX dengan variasi rapat arus 1 Ampere 2 Ampere dan 3 ampere. Dari hasil penelitiannya dapat diambil kesimpulan bahwa pengaruh rapat arus yang semakin tinggi dengan interval waktu pencelupan pada proses *anodizing* selama 30 menit dapat menurunkan nilai kekerasan dari permukaan aluminium *anodizing*. Oleh sebab itu penggunaan rapat arus yang terlalu tinggi dengan interval waktu yang lebih lama mengakibatkan penurunan nilai kekerasan dari alumunium *anodizing*.

V Penutup

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian, analisa dan pembahasan data yang telah dilakukan pada pengaruh variasi waktu pencelupan pada proses *anodizing* kemudian dilakukan beberapa pengujian, yaitu pengujian visial menggunakan *adobe photoshop*, foto struktur mikro, pengujian foto struktur makro dan pengujian kekerasan mikro *vickers*, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kecerahan warna yang dihasilkan pada proses *anodizing* aluminium 1XXX dengan variasi waktu pencelupan *anodizing* 5 menit menghasilkan kecerahan warna lebih gelap dan pekat dibandingkan dengan warna spesimen *anodizing* 10 menit dan 15 menit. Kecerahan warna pada setiap spesimen setelah mengalami proses *anodizing* warnanya semakin terang dan cerah. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* yang digunakan maka akan meningkatkan kecerahan warna yang dihasilkan.
2. Foto struktur mikro yang menunjukkan tebal lapisan oksida yang terbentuk pada spesimen dengan variasi lama waktu pencelupan pada proses

anodizing 5 menit dan 10 menit menunjukkan ketebalan lapisan oksida yang sama yaitu sebesar 20 μm dan meningkat menjadi 40 μm setelah melalui proses *sealing*, kemudian spesimen dengan variasi lama waktu pencelupan *anodizing* 15 menit sebesar 20 μm dan meningkat menjadi 60 μm setelah melalui proses *sealing*. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa pengaruh lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* mempengaruhi jumlah ketebalan lapisan oksida yang terbentuk pada permukaan alumunium *anodizing* seri 1XXX.

3. Pengujian foto struktur makro yang dilakukan dengan perbesaran 20 kali, pada variasi waktu pencelupan *anodizing* 5 menit, tampak permukaan terlihat kasar dan berpori, hasil *dyeing* dan *sealing* terlihat homogen dan pekat, sedangkan untuk variasi pencelupan 10 dan 15 menit struktur permukaan berangsur-angsur mulai tampak halus dan pori semakin menyempit namun kecerahan warna yang dihasilkan semakin meningkat. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pencelupan pada proses *anodizing* dan dilanjutkan dengan proses *dyeing* dan *sealing* dapat meningkatkan struktur permukaan yang semakin halus dan cerah.

4. Kekerasan rata-rata yang terbentuk yaitu sebesar 56,68 VHN, 52,09 VHN, dan 46,24 secara berurutan. Sedangkan nilai kekerasan permukaan pada variasi lama waktu pencelupan yang sama setelah proses *dyeing* kemudian diseling menghasilkan nilai kekerasan rata-rata sebesar 68,14 VHN, 56,07 VHN, dan 56,07 VHN secara berurutan kemudian Nilai kekerasan tertinggi setelah proses *anodizing* sebesar 56,68 VHN pada variasi waktu pencelupan selama 5 menit. Sedangkan nilai kekerasan tertinggi setelah melalui proses *sealing* sebesar 68,14 VHN pada variasi waktu pencelupan *anodizing* yang sama. Dari hasil pengujian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pencelupan yang digunakan dapat mempengaruhi nilai kekerasan dari alumunium 1XXX setelah di-*anodizing*.

5.2 Saran

Mengacu pada hasil penelitian, pengujian dan pembahasan aluminium *anodizing*, maka ada beberapa hal yang harus di perhatikan dalam pelaksanaan penelitian selanjutnya diantaranya adalah :

1. Persiapan kualitas alat dan bahan.
2. Komposisi dan kemurnian larutan elektrolit harus di perhatikan setelah beberapakali pengujian.
3. Efektifitas temperatur larutan elektrolit, kuat arus, tegangan dan waktu pencelupan pada proses *anodizing* harus di perhatikan.
4. Siklus proses *anodizing* harus sesuai dengan metode.
5. Keamanan, kesehatan dan keselamatan kerja pada saat melakukan pengujian proses *anodizing* diutamakan.
6. Perancangan alat proses *anodizing* agar meningkatkan efektifitas pengujian perlu di perhatikan.
7. Pemilihan kabel penghantar agar menghantarkan arus listrik dengan baik.
8. Penelitian dapat dijadikan referensi untuk melakukan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Haryono, (2013), *Pengaruh variasi suhu dan waktu proses anodizing pada bahan alumunium*, Politeknik PratamaMulia Surakarta.
- Andriyanto, (2012), *Pewarnaan logam dengan sistem anodizing pada aluminium*, Tristar Politeknik Surabaya.
- Hustasoit, F.M., (2008), *Pengaruh Pembebanan Konsentrasi Asam oksalat Terhadap Ketebalan Lapisan Oksida Pada Alumunium Foil Hasil Proses Anodisasi*, Skripsi. Fakultas Teknik Uiversitas Indonesia.
- Priadi dan Pardi, (2010), *Pengaruh Variasi Penahanan Pencelupan Terhadap Ketebalan Lapisan dan Laju Korosi pada Kuningan Cor yang di Anodizing*, Tugas Akhir Thesis Uiversitas Muhammadiyah Surakarta.
- Priyanto, (2012), *Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik terhadap Kekerasan Permukaan Aluminium 5XXX pada Proses Anodizing*, Tugas Akhir. Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.
- Pujianta dan Ary, (2008), *Pengaruh Variasi Waktu Penahanan Pencelupan terhadap Ketebalan Lapisan Oksida Aluminium pada Proses Anodizing*, Skripsi Thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Rasyid, Aspar, Bhkti, Siti, Ernawati, Faiz, Dwi, Ignatius, (2009) *Aluminium Murni dan Paduannya*, Fakultas Teknik Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- 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 tehadap Kecerahan dan Ketebalan Lapisan*, Jurnal Ilmiah. Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana.
- Sipayung, T., (2011), *Pengaruh Penambahan Konsentrasi Elektrolit pada Proses Anodisasi*. Skripsi. Tidak diterbitkan, Fakultas teknik Universitas Islam Indonesia.
- Taufik ,T., (2011), *Anodizing pada Logam Aluminium dan Paduannya*, Makalah. Program Studi Magister Rekayasa Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Institut Teknologi Bandung.