



Pengaruh *Pretreatment* Larutan Zinkat terhadap Elektroplating Nikel-Krom pada Logam Aluminium

Agustinus Ngatin^{*}, M. Faizal, Fuad HM

Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung

^{*}E-mail: ngatin_agustinus@yahoo.com

Abstract

Electroplating nickel-chrome in aluminum base metal is an electroplating process on aluminum metal using direct current in a medium of nickel and chrome solution gradually. Electroplating on aluminum metal is not like electroplating using carbon steel base metal, because the aluminum workpiece needs to be pretreatment in zincate solution. This study aims to study the effect of process time and concentration of zincate solution. The processing time is 15, 30 and 45 seconds, and the zincate concentration (ZnO) is 2.5%, 5%, 7.5%, 10% and 12.5% in 50% NaOH solution. Nickel electroplating electrolytes using a solution of nickel sulfate, nickel chloride, and boric acid with a process time of 15 minutes, at a temperature of 50°C with a current density of 20A/dm², while electroplating chrome in a solution of chrome and sulfuric acid with a ratio of 100: 1 at 60°C with time 20 minute process. Electroplating results are tested for thickness, adhesion, visualization and micro photographs. The results showed that nickel-chrome electroplating on aluminum metal through the zincate process pretreatment produced the highest layer at 45-second zincate processing time with nickel 48.8 μm and 26.5 μm chrome thickness and had a good adhesion. Coating the thickness produced was achieved on 7.5% zincate concentration. The results of nickel-chrome coating on aluminum metal through zincate pretreatment process have better thickness and adhesion and are based on photomicrographs which have a thin layer with a thin zincate layer followed by a layer of nickel and chrome attached to the surface of aluminum metal.

Keywords: electroplating, nickel-chrome, layer thickness, adhesion, zincate process

Pendahuluan

Keberadaan logam aluminium cukup melimpah, sehingga logam aluminium merupakan salah satu logam yang paling sering dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari. Hal tersebut didasarkan pada sifatnya seperti bentuknya fleksibel, ringan, lunak, dapat menghantarkan panas dan listrik dengan baik, serta memiliki ketahanan yang cukup baik terhadap korosi. Karena sifat yang lunak, logam aluminium mudah mengalami kerusakan akibat gesekan dan goresan yang dapat mengakibatkan penurunan kualitas. Untuk memperbaiki sifat aluminium terhadap kekuatan, kekerasan, daya tahan terhadap panas dan dekoratif dapat dilakukan pelapisan dengan metoda elektroplating, khususnya elektropalting nikel - krom.

Elektroplating nikel-krom merupakan proses pelapisan logam nikel dan dilanjutkan dengan krom pada permukaan benda kerja aluminium menggunakan arus listrik searah. Tujuan elektroplating nikel-krom adalah untuk meningkatkan sifat mekanik seperti kekerasan, ketebalan, dan kualitas daya rekatnya, meningkatkan nilai dekoratif dan meningkatkan ketahanan korosi logam. Elektroplating nikel-krom pada logam aluminium dilakukan melalui lapisan *intermediate* zinkat. Lapisan zinkat merupakan lapisan antara logam aluminium dengan nikel yang bertujuan untuk menambahkan daya rekat. Lapisan zinkat ini merupakan *pretreatment* (persiapan awal) sebelum dilakukan proses elektroplating nikel-krom. Lapisan antara tersebut merupakan lapisan dari senyawa zinkat yang melekat di permukaan logam Aluminium yang berwarna *metallic* (Azhar, 2014).

Lapisan zinkat merupakan lapisan yang dihasilkan dari reaksi senyawa seng oksida dalam larutan NaOH membentuk senyawa zinkat (ZnO₂²⁻) (ASTMB 253-79). Ion zinkat ini diharapkan dapat melapisi permukaan logam aluminium sebagai lapisan dasar atau antara logam dasar dengan lapisan pelapis nikel atau krom. Berdasarkan hal tersebut, maka permasalahannya adalah bagaimana karakteristik logam aluminium hasil elektroplating nikel-krom dengan variasi waktu proses dan konsentrasi zinkat sebagai uji tebal lapisan dan daya rekat lapisan. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah menentukan karakteristik hasil elektroplating nikel-krom dengan variasi waktu proses zinkat dari sifat tebal lapisan dan daya rekatnya, menentukan pengaruh konsentrasi zinkat terhadap tebal dan daya rekat lapisan.

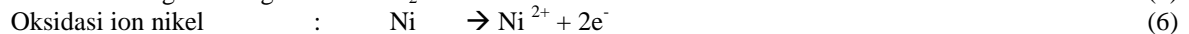
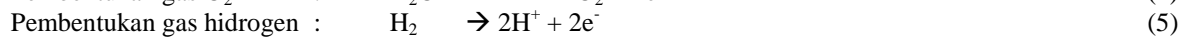
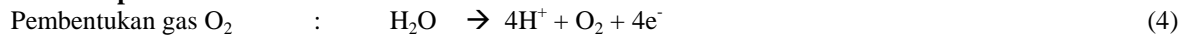


Elektroplating nikel menggunakan larutan yang mempunyai komposisi nikel sulfat, nikel korida (NiCl_2 , NiSO_4 , dan asam borat (H_3BO_3) (ASTM, Watt), dan elektroplating krom menggunakan larutan kromat dan asam sulfat dengan perbandingan 100:1 (ASTM-79B). Elektroplating krom berfungsi untuk meningkatkan ketahanan benda kerja terhadap korosi, aus, dan anti gores serta untuk meningkatkan aspek dekoratif terhadap benda kerja yang dihasilkan, sehingga menjadi mengkilap dan permukaannya menjadi halus (Riyanto, 2013). Mekanisme proses pelapisan elektroplating nikel dan krom dapat diuraikan sebagai berikut. Selama proses berlangsung, reaksi redoks (reduksi-oksidasi) yang terjadi yaitu sebagai berikut (Riyanto, 2013).

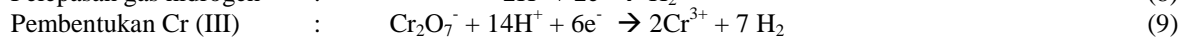
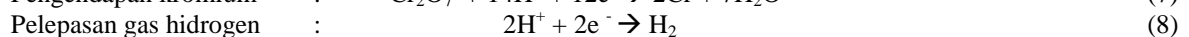
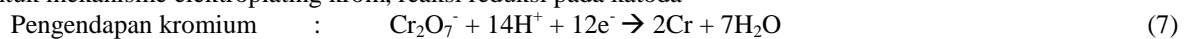
Reaksi reduksi pada katoda



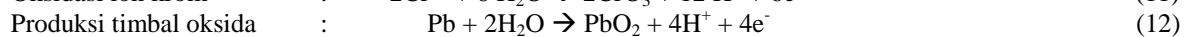
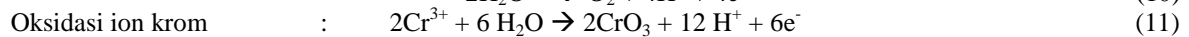
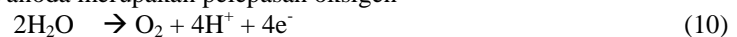
Reaksi oksidasi pada anoda



Untuk mekanisme elektroplating krom, reaksi reduksi pada katoda



Reaksi oksidasi elektroplating krom pada anoda merupakan pelepasan oksigen



Jika arus listrik dari anoda melewati elektrolit, endapan krom akan menempel pada katoda dengan cara membebaskan hidrogen dan mereduksi Cr^{6+} menjadi Cr^{3+} , dan di anoda terjadi pembebasan oksigen bersamaan dengan oksidasi Cr^{3+} menjadi Cr^{6+} yaitu pembentukan kembali CrO_3 , sehingga larutan elektrolit tetap konstan (Setyo dan Suheli, 2015).

Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pengambilan data melalui percobaan di laboratorium. Bahan yang digunakan adalah logam aluminium dengan panjang 5 cm, lebar 2 cm dan tebal 2 mm, kertas abrasif, larutan NaOH 10%, dan HCl 10%, larutan zinkat, larutan nikel dan krom, sedang alat yang digunakan adalah rektifier, bak plating, dan jangka sorong. Tahap awal dilakukan dengan mempersiapkan permukaan logam aluminium secara mekanik dan kimiawi yang bertujuan supaya benda kerja bersih dari kotoran, Proses etsa dilakukan dalam larutan HCl (10%). Menurut Riyanto (2013) *etching* adalah proses pembukaan pori-pori permukaan aluminium menggunakan larutan asam klorida (HCl 10%). Proses ini bertujuan untuk menghilangkan produk korosi atau lapisan oksida di permukaan logam dan dilakukan sesuai dengan pengotor yang ada di permukaan logam. Proses *degreasing* dan *etching* pada logam aluminium dilakukan dalam waktu yang singkat karena logam aluminium mudah larut di kedua larutan tersebut.

Tahap kedua merupakan tahap pencelupan logam aluminium ke dalam larutan zinkat, yang bertujuan untuk membuat lapisan antara (*intermediate*). Larutan zinkat yang digunakan adalah campuran ZnO dengan larutan NaOH 50% dengan konsentrasi ZnO mulai dari 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; 12,5%, dan waktu pencelupan dilakukan selama 15, 30 dan 45 detik.

Tahap ketiga merupakan tahap proses elektroplating nikel-krom. Larutan elektrolit untuk proses elektroplating nikel mempunyai komposisi NiSO_4 225 g/L, NiCl_2 45 g/L, H_3BO_3 38 g/L pada suhu 60°C , rapat arus $4,3 \text{ A/dm}^2$ (ASTM B 253-79). Waktu proses elektroplating nikel dilakukan dengan waktu 15 menit. Larutan elektrolit untuk proses elektroplating krom mempunyai komposisi CrO_3 250 g/L dan SO_4 2,5 g/L (perbandingan 100:1) pada suhu 60°C , rapat arus 16 A/dm^2 (ASTM B 253-79) dengan waktu proses elektroplating krom dilakukan dengan waktu 20 menit.

Tahap keempat merupakan tahap pengujian produk elektroplating nikel-krom. Pengujian produk elektroplating dilakukan dengan pengukuran ketebalan, pengukuran kekerasan, mengamati secara visualisasi, daya rekat lapisan di permukaan logam, fotomikro (uji metalografi). Pengukuran ketebalan lapisan dilakukan dengan menggunakan mikrometer dan foto mikro.

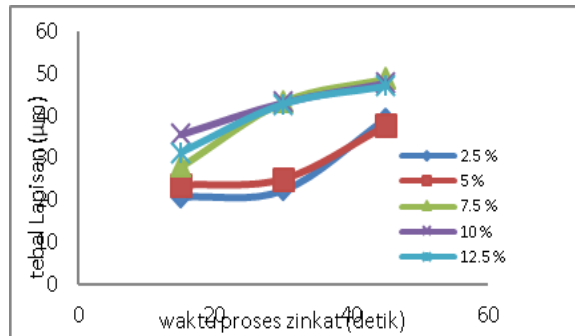
Hasil dan Pembahasan

Proses elektroplating nikel –krom pada logam dasar aluminium dihasilkan lapisan zinkat sebagai lapisan awal. Lapisan zinkat di permukaan logam aluminium yang ditunjukkan dengan permukaan logam aluminium berwarna

abu-abu kehitaman dari senyawa zinkat (ZnO_2^{2-}). Lapisan zinkat ini melekat dan melapisi permukaan yang merupakan lapisan antara logam aluminium dengan lapisan krom (Purgianto, 2011).

1. Pengaruh Waktu Proses Zinkat

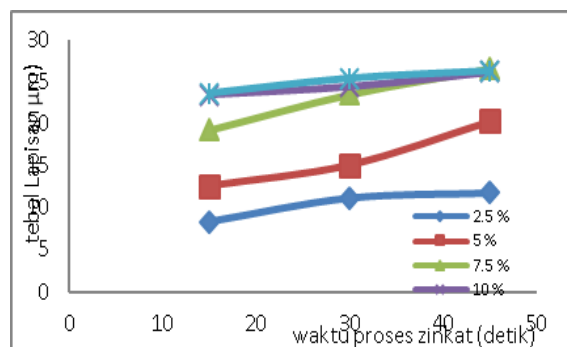
Waktu proses zinkat mempengaruhi ketebalan lapisan nikl di permukaan logam aluminium seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh waktu proses

Pada Gambar 1 menunjukkan hasil pengukuran tebal lapisan nikl terhadap waktu proses zinkat dengan tebal lapisan semakin meningkat sesuai dengan peningkatan waktu proses zinkat. Untuk waktu proses 30 dan 45 detik pada konsentrasi zinkat 7,5% sampai 12,5% menunjukkan tebal lapisan yang hampir sama. Hal ini menjelaskan bahwa konsentrasi zinkat 7,5% sudah menunjukkan konsentrasi yang optimum dengan tebal lapisan sekitar 40 µm untuk waktu 30 detik dan 52 µm untuk waktu 45 detik. Secara umum, peningkatan waktu proses zinkat menghasilkan lapisan nikl yang semakin tebal. Hal ini disebabkan jumlah lapisan zinkatnya semakin tebal sehingga mempengaruhi tebal lapisan nikl di permukaan aluminium

Elektroplating nikl-krom merupakan lapisan nikl dan krom di permukaan aluminium. Elektroplating krom dilakukan dengan waktu proses 20 menit. Tebal lapisan krom di permukaan logam aluminium ditunjukkan pada Gambar 2.



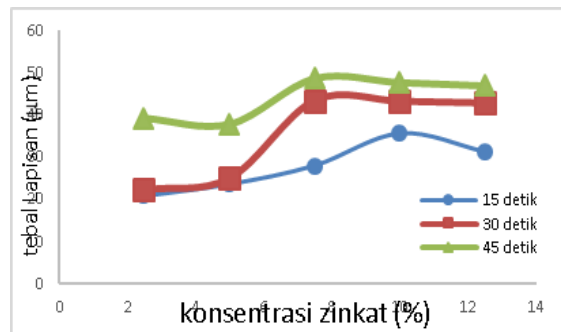
Gambar 2. Waktu proses vs tebal lapisan Cr

Pada Gambar 2, hasil pengukuran ketebalan lapisan krom di permukaan logam aluminium pada konsentrasi zinkat tertinggi (12,5%) menunjukkan tebal lapisan krom paling tinggi dibandingkan dengan konsentrasi zinkat yang lebih rendah. Lapisan krom paling tebal dicapai pada ketebalan 26,5 µm dengan waktu proses zinkat 45 detik. Hal ini disebabkan pada konsentrasi yang tinggi dan waktu proses lebih lama akan menghasilkan lapisan yang lebih banyak sehingga mengakibatkan lapisan krom semakin tebal dan menaikkan daya rekat lapisan nikl yang dilanjutkan lapisan krom (Cr).

2. Pengaruh Konsentrasi Zinkat

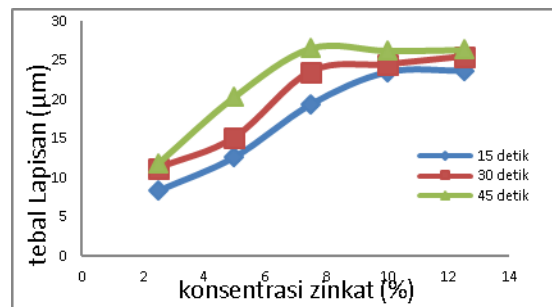
Konsentrasi zinkat mempengaruhi tebal lapisan nikl dan krom di permukaan logam Aluminium. Untuk tebal lapisan nikl di permukaan Aluminium ditunjukkan pada Gambar 3. Pada Gambar 3, tebal lapisan nikl menunjukkan kecenderungan peningkatan tebal lapisan nikl sesuai peningkatan konsentrasi zinkat. Tebal lapisan nikl tertinggi dicapai pada waktu proses 45 detik dengan konsentrasi zinkat 7,5% dengan tebal sebesar 48,8 µm, dan untuk konsentrasi zinkat yang semakin tinggi menghasilkan lapisan yang hampir sama atau menaikkan tebal lapisan yang kurang signifikan. Hal tersebut diakibatkan semakin tinggi konsentrasi zinkat menghasilkan lapisan

zinkat semakin tebal yang menempel di permukaan logam (Sunarya, 2007), tetapi pada waktu tertentu akan mencapai tebal lapisan nikel yang mencapai konstan



Gambar 3. Konsentrasi zinkat vs tebal lapisan Ni

Konsentrasi larutan zinkat akan mempengaruhi lapisan krom. Hasil tebal lapisan krom di permukaan logam aluminium merupakan lanjutan lapisan zinkat dan nikel seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Konsentrasi zinkat vs lapisan Cr

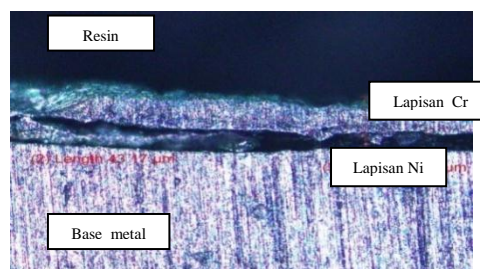
Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran tebal lapisan krom di permukaan logam aluminium cenderung meningkat sesuai dengan peningkatan konsentrasi larutan zinkat dan mencapai hasil tebal lapisan krom mencapai maksimum pada konsentrasi zinkat 7,5% yaitu sebesar 26,5 µm. Untuk konsentrasi larutan zinkat yang semakin tinggi menghasilkan lapisan krom yang kurang signifikan. Hal ini diakibatkan peningkatan konsentrasi zinkat menyebabkan lapisan zinkat semakin banyak, sehingga lapisan nikel dan krom menunjukkan daya rekat yang semakin meningkat (Sunarya, 2007, Purgianto, 2011).

3. Pengukuran Kekerasan Lapisan

Untuk pengukuran kekerasan logam dan lapisan digunakan alat yang disebut *microhardness* skala *Vickers*. Pengukuran kekerasan permukaan logam dilakukan sebelum dan setelah lapisan menunjukkan hasil yang sama yaitu sekitar 33-37 HV. Hal ini disebabkan oleh proses elektroplating nikel dan krom dalam waktu yang relatif singkat yaitu 15 menit dan 20 menit, sehingga lapisan yang dihasilkan masih relatif tipis. Untuk mendapat lapisan krom yang kuat akan menambah kekerasan logam aluminium didapatkan pada waktu elektroplating krom lebih dari 40 menit (Purgianto, 2011).

4. Analisis Lapisan Ni-Cr pada Logam Al

Analisis lapisan nikel-krom di permukaan logam Al dilakukan dengan melihat hasil metalografi menggunakan mikroskop optik. Hasil foto optik ditunjukkan pada Gambar 5 untuk foto mikro logam dasar setelah dilapisi zinkat, nikel dan krom.



Gambar 5. Foto optik lapisan Ni-Cr

Gambar 5 menunjukkan hasil fotomikro logam aluminium dilapisi zinkat, nikel dan krom, lapisan krom berwarna putih, lapisan nikel berwarna hitam, dan zinkat merupakan lapisan tipis yang menempel di logam dasar. Pada foto optik nampak bahwa lapisan krom merata di permukaan logam dan lapisan nikel kurang merata. Hal ini diakibatkan permukaan aluminium (*base metal*) yang tidak merata karena pada saat *pretreatment* kurang baik dan kurang halus, sehingga pada saat pengamatan lapisan yang terlihat seperti bergelombang (Azhar, 2014)

5. Pengujian Daya Rekat

Pengujian daya rekat hasil elektroplating nikel-krom di permukaan logam aluminium dilakukan dengan merekatkan selotif di permukaan logam. Hasil uji menunjukkan daya rekat yang baik artinya lapisan nikel-krom tidak mudah terkelupas. Berdasarkan konsentrasi zinkat yang semakin meningkat menunjukkan kecenderungan lapisan nikel-krom memiliki daya rekat yang kurang baik (Luthfi, 2017). Hal ini disebabkan lapisan zinkat yang dihasilkan semakin meningkat dengan peningkatan konsentrasi, tetapi menghasilkan lapisan yang kurang menempel akibat prosesnya hanya pencelupan.

Kesimpulan

Hasil elektroplating nikel-krom melalui proses zinkat dengan variasi waktu proses dan konsentrasi zinkat pada logam aluminium dapat disimpulkan sebagai berikut

- 1). Hasil elektroplating nikel-krom pada logam aluminium melalui *pretreatment* proses zinkat menghasilkan lapisan tertinggi pada waktu proses zinkat 45 detik dengan tebal lapisan nikel 48,8 μm dan krom 26,5 μm dan mempunyai daya rekat yang baik
- 2). Hasil elektroplating nikel-krom pada logam aluminium melalui *pretreatment* proses zinkat menghasilkan lapisan tertinggi pada konsentrasi 7,5% zinkat dengan tebal lapisan nikel 48,8 μm dan krom 26,5 μm
- 3). Lapisan nikel-krom pada logam aluminium melalui proses *pretreatment* zinkat mempunyai ketebalan dan daya rekat yang lebih baik dan berdasarkan fotomikronya, mempunyai lapisan yang tipis dengan lapisan zinkat yang tipis diikuti lapisan nikel dan krom yang melekat di permukaan logam aluminium.

Saran

Saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah elektroplating nikel-krom pada aluminium dilakukan pada waktu lebih lama di atas 45 menit untuk menghasilkan lapisan yang lebih tebal, sehingga dapat diukur kekerasan lapisan dan permukaannya.

Daftar Pustaka

- Aditianto. Pengaruh variasi proses zincate dan parameter electroplating terhadap karakteristik lapisan nikel pada aluminium eeri 1100. ITB: Bandung. 2010.
- American National Standard. Standard practice for preparation of and elektroplating on aluminium alloys by the zinkat process. ASTM B 253 –79: America. 1976.
- Hadi, Syafrul. Pengaruh pelapisan nikel (Ni) terhadap laju korosi pada impeller. 2015.
- Mooney, Ted. Hard chrome plating catalysts. Artikel: Finishing.com. New Jersey. 2016.
- Niam, M Yusrul, Helmy, Sri. Pengaruh waktu pelapisan elektro nikel – krom dekoratif terhadap ketebalan, kekerasan dan kekasaran lapisan. Semarang: Fakultas Teknik – Universitas Wahid Hasyim Semarang. 2017.
- Orlando, Filipi, Luthfi. Pengaruh pre-treatment terhadap elektroplating krom pada logam aluminium. Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung. 2017.
- Purgiyanto, Viktor. Pengaruh variasi voltase waktu dengan temperatur proses pelapisan krom 50°C terhadap karakteristik logam aluminium. 2011.
- Saleh, Azhar A. Elektroplating teknik pelapisan logam dengan cara listrik. Cetakan1. Bandung: Yrama Widya. 2014.
- Setyo, A. Noor, Suheli. Sifat fisis dan mekanis lapisan nikel – kromium pada permukaan baja AISI 410. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang. 2015.
- Sunarya dan Andri M. Study tentang elektroplating krom pada aluminium melalui proses zinkat. Bandung: Politeknik Negeri Bandung. 2007.



Lembar Tanya Jawab

Moderator : **Danang Tri Hartanto (Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada)**
Notulen : **Perwitasari (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Wahyu Amalya Refiana (TK, UPNVY)

Pertanyaan : Apakah ada pengaruh yang mungkin timbul apabila dalam proses elektroplating nikel hanya menggunakan larutan nikel klorida dan asam borat saja tanpa nikel sulfat?

Jawaban : Mengapa digunakan 3 senyawa (NiSO_4 , Ni_2Cl , H_3BO_3) karena masing-masing senyawa tersebut mempunyai kelebihan. NiSO_4 berfungsi sebagai sumber nikel, NiCl_2 selain diambil nikelnya juga mengandung Cl^- yang bersifat agresif dimana adanya Cl^- akan memaksa terbentuknya OH^- secara terus menerus pada elektroda anoda sehingga elektroda anodanya tidak akan membentuk lapisan pasif, dan untuk asam borat (H_3BO_3) yang merupakan asam lemah berfungsi sebagai *buffer* dalam campuran yaitu mempertahankan pH larutan.
2. Penanya : Pipit Arifi Annisa (TK, UPNVY)

Pertanyaan : Perlakuan apa sajakah yang dilakukan pada tahap persiapan bahan baku aluminium, baik secara mekanik maupun kimia?

Jawaban : Perlakuan secara mekanik terhadap bahan baku aluminium adalah untuk menghilangkan sisa-sisa hasil oksida permukaan dan kotoran pada permukaan dengan cara diampas menggunakan kertas abrasif. Selain itu dengan mengampas, maka permukaan aluminium menjadi rata dan halus. Sedangkan secara kimiawi yaitu mencelupkan aluminium ke dalam larutan HCl. Pencelupan aluminium ke dalam larutan HCl akan membuka pori-pori aluminium sehingga kotoran-kotoran halus yang tidak hilang dengan perlakuan mekanik dapat dihilangkan.
3. Penanya : Ani Purwanti (TK, IST AKPRIND)

Pertanyaan : Bagaimanakah tingkat ketahanan terhadap korosi dan daya rekat lapisan permukaan dari logam aluminium yang dihasilkan dari penelitian ini?

Jawaban : Aluminium ketika berada di lingkungan yang netral atau atmosferis lebih tahan terhadap korosi meskipun tanpa adanya *coating* dibandingkan dengan logam seperti besi. Apalagi dengan adanya penambahan krom maka ketahanan korosinya akan meningkat. Akan tetapi dalam penelitian ini, penambahan krom dimaksudkan untuk meningkatkan tingkat kekerasan dari aluminium. Sedangkan daya rekat dari aluminium setelah proses elektroplating adalah baik dimana lapisan nikel-krom yang ditambahkan tidak mudah terkelupas dengan pengujian menggunakan selotif yang berdaya rekat kuat.