

# Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Aluminium Setelah Dielektroplating Dengan Variasi Pelapisan Al – Zn – Ni dan Al – Zn – Cu – Ni

Imam Rudi Sugara, Tjok Gd Tirta Nindhia, D.N.K. Putra Negara  
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

---

## Abstrak

Aluminium merupakan logam yang ringan, konduktor panas dan listrik, serta tahan terhadap korosi. Telah ditemukan bahwa aluminium dapat dilapisi nikel dengan baik menggunakan beberapa variasi pelapisan, tetapi dalam penelitian tersebut belum diketahui perubahan sifat mekanik aluminium setelah perlakuan elektroplating. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kekuatan tarik dan kekerasan aluminium setelah dielektroplating. Specimen dielektroplating menggunakan variasi pelapisan Al – Zn – Ni dan Al – Zn – Cu – Ni, selanjutnya dilakukan uji tarik dan uji kekerasan vikers dengan 4 specimen tanpa perlakuan, 4 specimen perlakuan Al – Zn – Ni dan 4 specimen perlakuan Al – Zn – Cu – Ni. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kekuatan tarik dan kekerasan aluminium mengalami peningkatan setelah mendapatkan perlakuan electroplating. Kekuatan tarik dari specimen Al – Zn – Ni rata-rata meningkat sebesar 41,3045 N/mm<sup>2</sup>, specimen Al – Zn – Cu – Ni rata-rata meningkat sebesar 17,3562 N/mm<sup>2</sup>. Nilai kekerasan specimen Al – Zn – Ni rata-rata meningkat sebesar 114,679 VHN, specimen Al – Zn – Cu – Ni rata-rata meningkat sebesar 68,638 VHN.

Kata kunci : electroplating, uji tarik, uji kekerasan vikers

## Abstract

Aluminum is a lightweight metal, conductor of heat and electricity, and resistant to corrosion. It has been found that aluminum can be coated nickel with good using some variation of the coating, but in these study is not yet known mechanical properties of aluminum after treatment of elektroplating. This study aims to determine the changes in tensile strength and aluminum hardness after treatment elektroplating. Elektroplating spesimen using variation coating of Al - Zn - Ni and Al - Zn - Cu - Ni, then to do tensile and hardness vikers test, with 4 specimens without treatment, four specimens treatment of Al - Zn - Ni and 4 specimens treatment of Al - Zn - Cu - Ni. Research shows that average the tensile strength and aluminum hardness increased after electroplating treatment. Tensile strength of specimens Al - Zn - Ni increased average to the 41,3045 N / mm<sup>2</sup>, specimens of Al - Zn - Cu - Ni increased average to the 17,3562 N / mm<sup>2</sup>. Hardness value specimens Al - Zn - Ni Increased average to the 114,679 VHN, specimens of Al - Zn - Cu - Ni increased average to the 68,638 VHN.

Keywords: electroplating, tensile testing, hardness testing vikers

---

## 1. Pendahuluan

Aluminium merupakan logam yang paling ringan yang cukup menonjol yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Material ini digunakan dalam bidang yang luas, bukan saja untuk peralatan alat-alat rumah tangga tetapi juga di dunia industri, bahan konstruksi bangunan dan ribuan aplikasi lainnya. Perkembangan ini didasarkan pada sifat-sifatnya yang ringan, tahan korosi, mudah diproduksi dan cukup ekonomis.[1]

Penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa aluminium tidak dapat dilapisi nikel dengan baik, kemudian ditemukan cara untuk melapisi aluminium dengan nikel menggunakan beberapa variasi pelapisan yaitu : aluminium – zinc – nikel, aluminium – zinc – tembaga – nikel. Nikel dapat menempel baik dengan aluminium dengan jarak antar lapisan adalah nol. Penelitian tersebut hanya membahas tentang kualitas

elektroplating akibat variasi pelapisan terhadap tingkat kecerahan dan ketebalan lapisan. Perubahan sifat mekanik dari aluminium setelah mendapat perlakuan elektroplating belum diketahui sehingga perlu penelitian lebih lanjut untuk mengetahui perubahan sifat mekanik dari aluminium. Penelitian ini akan melanjutkan penelitian tersebut dengan menambahkan uji tarik dan uji kekerasan terhadap aluminium tanpa perlakuan dan aluminium perlakuan (Aluminium – Zinc – Nikel, Aluminium – Zinc – Tembaga – Nikel). [2]

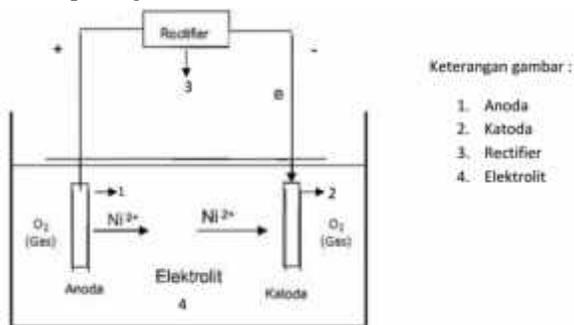
Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan kekuatan tarik dan kekerasan aluminium setelah mendapatkan perlakuan elektroplating (Aluminium – Zinc – Nikel, Aluminium – Zinc – Tembaga – Nikel). Dan manfaat dari penelitian ini dapat diketahui perubahan kekuatan

aluminium setelah dilakukan electroplating dan dapat dijadikan referensi untuk dunia industri.

## 2. Dasar teori

Proses electroplating dikategorikan sebagai proses pengerjaan akhir (*metal finishing*). Secara sederhana, electroplating dapat diartikan sebagai proses pelapisan logam, dengan menggunakan bantuan arus listrik dan senyawa kimia tertentu guna memindahkan partikel logam pelapis ke material yang hendak dilapis. Pelapisan logam dapat berupa lapis seng (*zinc*), galvanis, perak, emas, brass, tembaga, nikel dan krom. Penggunaan lapisan tersebut disesuaikan dengan kebutuhan dan kegunaan masing-masing material. Perbedaan utama dari pelapisan tersebut selain anoda yang digunakan adalah larutan elektrolisisnya. [3]

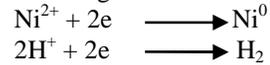
Electroplating dikenal istilah anoda, katoda dan larutan elektrolit. Ketiga istilah tersebut digunakan seluruh literatur yang berhubungan dengan pelapisan material khususnya logam dan diilustrasikan seperti pada (gambar 1) Anoda adalah terminal positif, dihubungkan dengan kutub positif dari sumber arus listrik. Anoda dalam larutan elektrolit ada yang larut dan ada yang tidak. Anoda yang tidak larut berfungsi sebagai penghantar arus listrik saja, sedangkan anoda yang larut berfungsi selain penghantar arus listrik, juga sebagai bahan baku pelapis. Katoda dapat diartikan sebagai benda kerja yang akan dilapis, dihubungkan dengan kutub negatif dari sumber arus listrik. Elektrolit berupa larutan yang molekulnya dapat larut dalam air dan terurai menjadi partikel-partikel yang bermuatan positif atau negatif. Electroplating adalah suatu proses yang menghasilkan lapisan tipis logam di atas permukaan logam lainnya dengan cara *elektrolisis*, maka perlu kita ketahui skema proses electroplating tersebut. [3]



**Gambar 1. Sistematis proses pelapisan listrik**

Larutan elektrolit yang digunakan adalah garam logam nikel sulfat ( $\text{NiSO}_4$ ) karena pada anoda dan katoda terjadi perbedaan potensial setelah dialiri listrik, maka logam nikel akan teroksidasi menjadi ion logam bermuatan positif ( $\text{Ni}^{2+}$ ), ion logam nikel ( $\text{Ni}^{2+}$ ) dari anoda larut dalam larutan untuk menggantikan ion logam nikel ( $\text{Ni}^{2+}$ ) dari garam logam  $\text{NiSO}_4$  yang telah

terelektrolisis menjadi ( $\text{Ni}^{2+}$ ) dan  $\text{SO}_4^{2-}$  dan tertarik ke katoda untuk membentuk lapisan nikel. Selama proses elektrolisis terjadi reaksi pada katoda, yaitu proses reduksi dari ion-ion nikel dengan bantuan elektron-elektron yang berasal dari sumber arus searah. Sehingga reaksi yang terjadi pada katoda dapat dituliskan sebagai berikut :



Dan sebaliknya pada anoda terjadi reaksi :



Selama proses pelapisan, ion logam (*anoda*) yang berada dalam larutan elektrolit akan berkurang dan diendapkan pada logam yang dilapisi (katoda) yang berfungsi sebagai pelapis metalik. Rapat arus yang diperoleh dari tegangan (DC) akan diteruskan ke larutan elektrolit, sehingga anoda dapat larut dan menjadi logam murni sebagai pelapis. Garam logam akan ditambahkan ke larutan elektrolit untuk menjaga konsentrasi ion logam, dimana proses elektrokimia pada electroplating dikendalikan oleh tiga hukum diantaranya :

1. Hukum Faraday tentang elektrolisis.
2. Elektroda tunggal potensial.
3. Hukum Ohm.

### 1. Rapat Arus (*Current Density*)

Rapat arus adalah bilangan yang menyatakan jumlah arus listrik yang mengalir per luas unit elektroda  $\text{A/m}^2$ . Terbagi menjadi dua macam yaitu rapat arus katoda (*Cathode Current Density*) dan rapat arus anoda (*Anode Current Density*). Pada proses lapis listrik rapat arus yang diperhitungkan adalah rapat arus katoda yaitu banyaknya arus listrik yang diperlukan untuk mendapatkan atom-atom logam pada tiap satuan luas benda yang akan dilapis. Rapat arus dapat diatur, semakin tinggi rapat arus maka makin meningkat kecepatan pelapisan dan memperkecil ukuran/bentuk kristal. Bila rapat arus terlalu tinggi akan mengakibatkan lapisan menjadi kasar, bersisik dan akan terbakar/hitam. Proses pelapisan listrik rapat arus memiliki *range* antara  $250\text{-}1000 \text{ A/m}^2$ , dan rapat arus yang paling baik dalam proses pelapisan listrik adalah  $500 \text{ A/m}^2$  [10].

### 2. Tegangan Arus (*Voltage*)

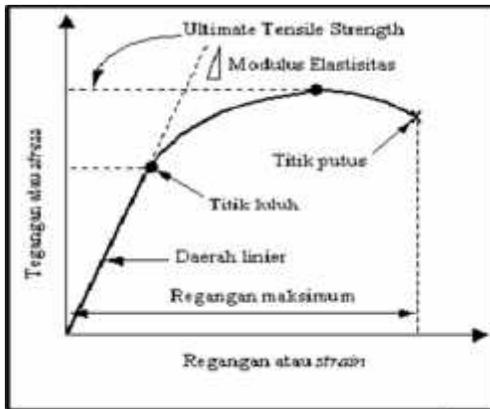
Proses lapis listrik tegangan yang digunakan haruslah konstan, sehingga yang divariabelkan hanyalah ampernya saja. Maksudnya adalah bila luas permukaan benda kerja bervariasi, maka rapat arusnya yang divariasikan sesuai dengan ketentuan, sedangkan *voltagenya* tetap [10].

### 3. Suhu Larutan

Temperatur larutan juga dapat mempengaruhi hasil lapisan, dimana kenaikan temperatur larutan menyebabkan bertambahnya ukuran kristal. Pada

temperatur yang tinggi daya larut bertambah besar dan terjadi penguraian garam logam yang menjadikan tingginya konduktivitas serta menambah mobilitas ion logam, tetapi viskositas jadi berkurang, sehingga endapan ion logam pada katoda akan lebih cepat sirkulasinya. Suhu larutan elektrolit memiliki *range* antara 45-65°C, maka yang paling baik pada saat melakukan proses pelapisan listrik adalah 60°C. Apabila suhu larutan lebih rendah maka akan didapat lapisan yang suram dan apabila lebih tinggi maka lapisan yang didapat juga tampak suram karena terbakar. [10]

Pengujian tarik yaitu pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang sifat-sifat dan keadaan dari suatu logam. Pertambahan panjang yang terjadi akibat penambahan beban tidak lagi berbanding lurus, pertambahan beban yang sama akan menghasilkan penambahan panjang yang lebih besar dan suatu saat terjadi penambahan panjang tanpa ada penambahan beban, batang uji bertambah panjang dengan sendirinya. Pengujian ini didapat suatu kurva hubungan beban tarik (F), terhadap perpanjangan spesimen (L). Kurva ini kemudian akan dikonversikan menjadi kurva tegangan teknik ( $\sigma$ ) dan regangan teknik ( $\epsilon$ ) dan digunakan untuk mendapatkan sifat mekanik logam yang akan diuji. Diagram kurva tegangan - regangan sangat dibutuhkan dalam pengujian tarik, karena untuk menganalisis suatu material yang diuji tarik. [11]



Gambar 2. Diagram kurva tegangan – regangan

Data dari uji tarik yang didapat dari penelitian akan dihitung tegangan (stress) dan regangan (strain) menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Tegangan teknik (stress)} = \sigma = \frac{F}{A_0} \left( \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right)$$

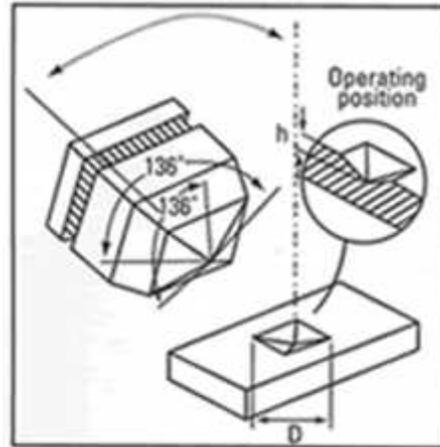
keterangan ;  $F$  =Beban yang diberikan (N)  
 $A$  =Luas penampang bahan sebelum dibebani (mm<sup>2</sup>)

$$\text{Regangan (strain)} = \epsilon = \frac{l_i - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} \text{ (mm)}$$

Keterangan ;  $l_i$  = Panjang mula – mula  
 $l_0$  = Panjang akhir

$l$  =Pertambahan panjang

Uji kekerasan *vickers* menggunakan indenter piramida intan yang pada dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besar sudut antar permukaan piramida intan yang saling berhadapan adalah 136°. Nilai ini dipilih karena mendekati sebagian besar nilai perbandingan yang diinginkan antar diameter lekukan dan diameter bola penumbuk pada uji kekerasan brinell. Angka kekerasan *vickers* didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya luas ini dihitung dari pengukuran mikroskop, panjang diagonal jejak VHN dapat ditentukan dari persamaan berikut :



Gambar 3. Indenter piramid intan ( Vickers )

$$VHN = \frac{2F \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = 1,854 \frac{F}{d^2}$$

Dengan :  $P$  = beban yang digunakan (kg)

$D$  = panjang diagonal rata-rata (mm)

$\theta$  = sudut antara permukaan intan yang berhadapan = 136°

Jejak yang dibuat dengan penekanan piramida serupa secara geometris dan tidak terdapat persoalan mengenai ukurannya, maka VHN tidak tergantung kepada beban. Pada umumnya hal ini dipenuhi, kecuali pada beban yang sangat ringan. Beban yang biasanya digunakan pada uji *vickers* berkisar antara 1 hingga 120 kg. Tergantung pada kekerasan logam yang akan diuji.

### 3. Metode penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Elektrolit nikel type watts

### 1. Larutan Nikel Type Watts

Nikel sulfat adalah penyedia sebagian besar ion nikel. Nikel sulfat merupakan garam nikel termurah yang ada, dengan anion stabil yang tidak berkurang dikatoda atau teroksidasi pada anoda, sehingga nikel sulfat disebut non volatile. Salah satu dari dua perubahan yang dibuat dalam rumus watt asli adalah untuk meningkatkan konsentrasi nikel sulfat, ini memungkinkan penggunaan kepadatan arus tinggi dan distribusi pelat buter [13].

### 2. Larutan Seng ( Double Zinc-immersion )

Pelapisan spesimen pada larutan seng dilakukan dua kali perendaman. Perendaman pada larutan seng yang pertama dengan tujuan untuk menghilangkan lapisan oksida dan menggantikannya dengan lapisan seng. Lapisan seng ini kemudian dilarutkan dalam 50% asam nitrat, setelah itu permukaan sudah dalam kondisi baik untuk menerima pelapisan seng kedua. Pengendapan lapisan seng pada perendaman kedua bertujuan untuk melarutkan seng oksida dalam larutan natrium hidroksida yang memiliki konsentrasi bervariasi, dan tersedia dalam banyak proses. Untuk kinerja terbaik, lapisan seng harus setipis mungkin dan konsisten dengan elektroplating berikutnya. [13]



Gambar 5. Elektrolit zinc

### 3. Larutan Tembaga ( Cu )

Paduan larutan tembaga terdapat dua jenis yaitu larutan tembaga strike dan larutan tembaga bright. Perbedaan dari kedua larutan ini adalah kecerahan hasil lapisan dimana larutan tembaga strike tidak secerah larutan tembaga bright, dalam penelitian ini tembaga yang digunakan adalah tembaga bright. Salah satu masalah dalam proses pelapisan tembaga adalah untuk mencegah pembentukan pengendapan pada logam yang kurang mulia ;  $Cu^{++} + M \rightarrow Cu^0 + M^{++}$ . Seperti yang telah diketahui, pengendapan tersebut dapat dihindari dengan mengurangi aktivitas ion tembaga dari pengkomplekan tersebut. Zat pengkomplekan universal yang digunakan adalah ion sianida. [13]



Gambar 6. Elektrolit tembaga bright

### 4. Plat Aluminium

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah plat aluminium dengan ketebalan 1 mm yang berbentuk lembaran. Kandungan dari bahan aluminium ini akan dilihat dengan melakukan uji X-Ray Fluorescence (XRF) yang akan dilakukan di Lab Central FMIPA Universitas Negeri Malang.

### 5. Asam Nitrat (HNO<sub>3</sub>)

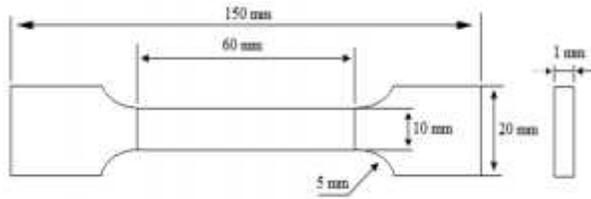
HNO<sub>3</sub> adalah larutan asam yang di dalamnya terdiri dari konsentrat asam nitrat dan natrium florida. Dimana larutan ini hanya dapat diperoleh di toko-toko kimia yang memiliki izin resmi, karena larutan ini sangat berbahaya apabila disalah gunakan. Larutan ini juga akan digunakan untuk membersihkan permukaan spesimen dengan konsentrasi larutan 100%.



Gambar 7. Larutan asam nitrat (HNO<sub>3</sub>)

Spesimen uji akan dibentuk menurut standar dan spesifikasi dari ASTM E345. Bentuk dari spesimen penting karena kita harus menghindari terjadinya patah atau retak pada daerah grip atau yang lainnya. Jadi standarisasi dari bentuk spesimen uji dimaksudkan agar retak dan patahan terjadi di daerah *gage length*.

Bahan yang akan dibuat spesimen uji adalah aluminium berbentuk lembaran dengan ketebalan 1 mm. Kemudian dari bentuk lembaran dilakukan pemotongan spesimen menjadi bentuk siap uji tarik (Gambar 3.14) dengan ukuran *Width* : 10 mm, *Length* : 60 mm, dan *Thickness* : 1 mm dengan jumlah yang dibutuhkan sebanyak 12 spesimen.



**Gambar 8. Ukuran pemotongan spesimen**

Langkah pemotongan spesimen :

1. Menyiapkan plat lembaran yang dibutuhkan.
2. Buat contoh ukuran spesimen.
3. Kemudian gambar spesimen pada plat lembaran menggunakan contoh ukuran.
4. Setelah digambar potong spesimen menggunakan palu dan pahat.

#### **A. Al – Zn – Ni**

Pada saat Pelapisan Elektroplating Al – Zn – Ni yang pertama harus dilakukan adalah mempersiapkan larutan plating Zn, pelapisan Zn lebih mudah dilakukan dari pada pelapisan logam yang lain karena untuk pelapisan Zn tidak menggunakan arus listrik dan temperatur larutan adalah temperatur ruangan, pH dari larutan Zn adalah 9.4 (bersifat basa). Setelah larutan Zn siap kemudian siapkan larutan plating Ni, dimana temperature dari larutan Ni yang digunakan pada saat pelapisan adalah 60°C dan tegangan listrik 6V, sedangkan arus yang digunakan adalah 20 Amper sesuai dengan rectifier yang digunakan dan pH dari larutan Ni adalah 2.5 (bersifat asam). Setelah larutan plating Zn dan Ni siap maka langkah selanjutnya adalah mempersiapkan spesimen yang akan dilapisi yaitu dengan cara membilas spesimen dengan air mengalir hingga bersih dan kemudian baru dibersihkan dengan larutan pembersih HNO<sub>3</sub> (asam nitrat) dengan cara mencelupkan spesimen selama 30 detik. Setelah spesimen dibersihkan, barulah dilakukan pelapisan dengan larutan Zn, waktu pencelupan dilakukan selama 30 detik setelah itu dibilas dengan air yang mengalir kemudian dibersihkan lagi dalam larutan pembersih HNO<sub>3</sub> (asam nitrat) dicelupkan selama 30 detik, hal ini dilakukan untuk menghilangkan lapisan oksida pada permukaan spesimen setelah itu permukaan spesimen sudah dalam kondisi baik untuk menerima pelapisan Zn yang kedua. Pelapisan Zn yang kedua dilakukan dengan cara yang sama seperti pelapisan Zn pertama yaitu mencelupkan spesimen dalam larutan plating Zn selama 30 detik dan kemudian dibilas kembali dengan air yang mengalir. Setelah spesimen selesai dilapisi dengan Zn, barulah kemudian dilapisi kembali dengan larutan plating Ni, pertama hidupan agitasi dalam larutan Ni kemudian barulah dilakukan pencelupan ke dalam larutan Ni, kutub positif (+) dari rectifier dihubungkan ke anoda (logam pelapis) dan kutub negatif (-) dari rectifier

dihubungkan dengan katoda (logam yang akan dilapisi) waktu pencelupan dilakukan selama 20 menit. [14]

#### **B. Al – Zn – Cu (Bright) – Ni**

Untuk melakukan teknik pelapisan Elektroplating Al – Zn – Cu(b) – Ni yang pertama harus dilakukan adalah mempersiapkan larutan plating Zn, pelapisan Zn lebih mudah dilakukan dari pada pelapisan logam yang lain karena untuk pelapisan Zn tidak menggunakan arus listrik dan temperatur larutan adalah temperatur ruangan, pH dari larutan Zn adalah 9.4 (bersifat basa). Setelah larutan Zn siap untuk digunakan kemudian siapkan larutan plating Cu(b) dimana temperatur dari larutan plating Cu(b) yang digunakan pada saat pelapisan adalah temperatur ruangan dan tegangan listrik yang digunakan adalah 6V dan arus listrik adalah 20 Amper sesuai dengan rectifier yang digunakan, setelah beberapa kali dicoba untuk melakukan pengukuran pH pada larutan Cu(b) ternyata alat ukur tidak menunjukkan hasil dari pengukuran. Selanjutnya menyiapkan kawat tembaga yang akan berfungsi sebagai anoda (logam pelapis), setelah larutan Cu(b) siap untuk digunakan, barulah kemudian terakhir menyiapkan larutan plating Ni, dimana temperatur dari larutan Ni yang digunakan pada saat plating adalah 60°C dengan tegangan listrik adalah 6V, sedangkan arus yang digunakan adalah 20 Amper sesuai rectifier yang digunakan dan pH dari larutan Ni adalah 2.5 (bersifat asam). Setelah semua larutan siap untuk digunakan, maka langkah selanjutnya adalah mempersiapkan spesimen yang akan dilapisi yaitu dengan cara membilas dengan air yang mengalir hingga bersih dan baru kemudian dibersihkan dengan larutan pembersih HNO<sub>3</sub> (asam nitrat) dengan cara mencelupkan spesimen selama 30 detik. Setelah spesimen dibersihkan, barulah dilakukan pencelupan dalam larutan plating Zn pencelupan dilakukan selama 30 detik, setelah itu dibilas dengan air yang mengalir kemudian dibersihkan lagi dengan larutan pembersih HNO<sub>3</sub> (asam nitrat) dicelupkan selama 30 detik. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan lapisan oksida pada permukaan spesimen, setelah itu permukaan spesimen sudah dalam keadaan baik untuk menerima pelapisan Zn yang ke dua. Pelapisan Zn ke dua dilakukan dengan cara yang sama seperti pelapisan Zn pertama yaitu mencelupkan spesimen selama 30 detik dan kemudian dibilas kembali dengan air yang mengalir. Setelah spesimen selesai dilapisi dengan larutan plating Zn, barulah kemudian dilapisi kembali dengan larutan plating Cu(b) pertama hubungkan kutub positif (+) dari rectifier dengan anoda (logam pelapis) dan kutub negatif (-) dari rectifier dihubungkan ke katoda (logam yang akan dilapisi), waktu pencelupan pada larutan plating Cu(b) adalah 15 menit dan kemudian dibilas

kembali dengan air yang mengalir. Terakhir baru dilapisi lagi dengan larutan plating Ni, agitasi dihidupkan barulah kemudian dilakukan pencelupan kedalam larutan Ni yang sudah disiapkan, kutub positif (+) dari rectifier dihubungkan ke anoda (logam pelapis) dan kutub negatif (-) dari rectifier dihubungkan dengan katoda (logam yang akan di lapis) waktu pencelupan dilakukan selama 20 menit. [14]

Setelah spesimen mendapatkan perlakuan elektroplating kemudian spesimen akan diuji tarik. Spesimen yang mendapatkan perlakuan Aluminium – Zinc – Nikel berjumlah 4, dengan perlakuan Aluminium – Zinc – Tembaga – Nikel berjumlah 4, dan tanpa perlakuan berjumlah 4.

Langkah uji tarik :

1. Pertama gambar spesimen pada lembaran.
2. Ukur dimensi spesimen yang akan diuji tarik ( tebal, panjang, dan lebar ) dan tulis ukuran spesimen pada gambar.
3. Pasang spesimen pada grip mesin uji tarik dan pastikan spesimen tercengkram dengan kuat.
4. Kalibrasi alat ukur beban pada posisi nol.
5. Posisikan dial indicator pada posisi nol (untuk mengukur pertambahan panjang)
6. Beri beban secara perlahan sampai dial indicator melewati 0,1 mm dan hentikan penambahan beban.
7. Catat beban yang diterima spesimen setiap pertambahan panjang 0,1 mm.
8. Lakukan langkah 6 dan 7 sampai spesimen putus.
9. Lakukan langkah 1 sampai 8 pada semua spesimen.
10. Setelah data didapat, hitung kekuatan *stress* dan *strain* dan buat grafik dari setiap spesimen.
11. Bandingkan perubahan sifat mekanik aluminium tanpa perlakuan dengan aluminium perlakuan elektroplating.

Uji kekerasan ini dimaksudkan untuk mengetahui tingkat perubahan kekerasan permukaan aluminium setelah mendapatkan perlakuan elektroplating. Spesimen yang digunakan dalam uji kekerasan ini menggunakan potongan spesimen aluminium setelah uji tarik, yaitu 1 spesimen tanpa perlakuan dan 1 spesimen perlakuan.

Langkah uji kekerasan ( *vickers* ) :

1. Siapkan peralatan uji kekerasan *Vickers*.
2. Pasang indenter piramida intan.
3. Tempelkan spesimen pada dudukan uji kekerasan.
4. Turunkan indenter sampai menyentuh spesimen dengan cara memutar penahan indenter sehingga indenter turun perlahan.
5. Tunggu hingga 10 detik.
6. Naikkan indenter sampai spesimen lepas dari gaya tekan indenter dengan cara memutar penahan indenter ( arah naik ).

7. Geser posisi spesimen dan lakukan kembali langkah 4, 5, 6.
8. Lakukan langkah 7 sampai mendapatkan 6 sampel titik uji kekerasan.
9. Foto lekukan yang terjadi akibat gaya tekan indenter menggunakan mikroskop.
10. Ukur 2 diagonal lekukan persegi ( belah ketupat ) menggunakan aplikasi Image J dan cari rata-ratanya.
11. Masukkan data-data tersebut ke dalam rumus untuk mendapatkan nilai kekerasan spesimen.
12. Bandingkan nilai kekerasan antara aluminium tanpa perlakuan dengan aluminium perlakuan elektroplating.

#### 4. Hasil dan pembahasan

Spesimen aluminium yang digunakan dalam penelitian ini telah diteliti kandungan senyawa logam yang terkandung didalamnya. Penelitian ini menggunakan pengujian X-Ray Fluorescence (XRF) yang dilakukan di Lab Central FMIPA Universitas Negeri Malang. Hasil dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

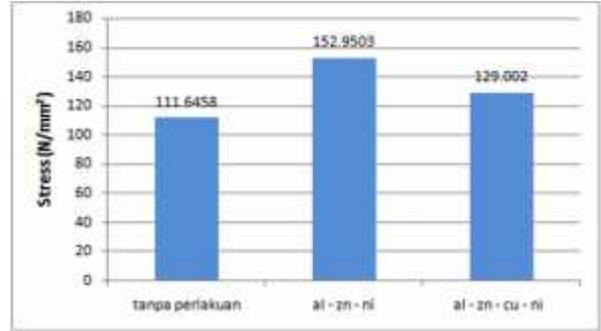
**Tabel 1. Kandungan Senyawa Sampel Plat Aluminium.**

No	Senyawa	No Atom	Kandungan
1	Al	13	94.5 ± 0.07 %
2	Fe	26	1.41 ± 0.01 %
3	Zn	30	1.3 ± 1.01 %
4	Mn	25	0.679 ± 0.006 %
5	P	30	0.57 ± 0.03 %
6	Ca	20	0.45 ± 0.007 %
7	Cu	29	0.323 ± 0.003 %
8	Pb	82	0.18 ± 0.02 %
9	Sc	21	0.14 ± 0.001 %
10	Ti	22	0.12 ± 0.004 %
11	Ba	56	0.12 ± 0.01 %
12	Ni	28	0.078 ± 0.004 %
13	Yb	70	0.06 ± 0.007 %
14	Ga	31	0.056 ± 0.002 %
15	Cr	24	0.033 ± 0.002 %
16	As	74	0.006 ± 0.002 %
17	V	23	0.00 ± 0.0008 %

Spesimen yang digunakan adalah berbentuk plat aluminium lembaran. Aluminium dibentuk menurut standar dan spesifikasi uji tarik berjumlah 12 spesimen, 4 spesimen untuk specimen tanpa perlakuan, 4 spesimen untuk perlakuan aluminium – zinc – nikel, dan 4 spesimen untuk perlakuan aluminium – zinc – tembaga – nikel.



Gambar 9. Spesimen uji sebelum mendapat perlakuan



Gambar 12. Grafik perbandingan rata-rata UTS specimen tanpa perlakuan, Al – Zn – Ni, dan Al – Zn – Cu – Ni



Gambar 10. Spesimen perlakuan Al – Zn – Ni



Gambar 13. Grafik perbandingan rata-rata titik putus specimen tanpa perlakuan, Al – Zn – Ni, dan Al – Zn – Cu – Ni



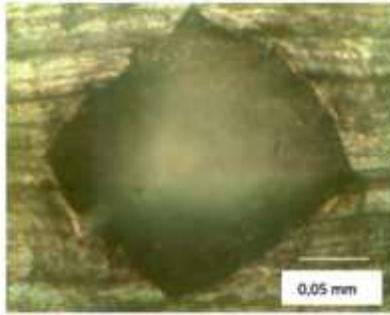
Gambar 11. Spesimen perlakuan Al-Zn-Cu-Ni



Gambar 14. Grafik perbandingan rata-rata modulus elastisitas specimen tanpa perlakuan, Al – Zn – Ni, dan Al – Zn – Cu – Ni .

Uji tarik ini dilakukan 12 kali yaitu 4 kali untuk specimen tanpa perlakuan, 4 kali untuk specimen perlakuan aluminium – zinc – nikel, dan 4 kali untuk specimen perlakuan aluminium – zinc – tembaga – nikel. Data uji tarik yang didapat akan dibandingkan antara specimen tanpa perlakuan dan specimen perlakuan untuk mengetahui perubahan kekuatannya. Data yang akan dibandingkan adalah nilai UTS (*ultimate tensile strenght*), titik putus (*fracture*) dan *modulus elastisitas*. Modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tegangan ( ) dan regangan ( ) dalam garis proposional. Berikut adalah hasil perhitungannya :

Uji kekerasan dilakukan setelah tahap uji tarik selesai. Uji kekerasan ini dilakukan masing-masing 6 kali pada specimen tanpa perlakuan dan specimen perlakuan, kemudian lekukan dari piramida intan difoto menggunakan mikroskop. Diambil 3 sampel foto mikroskop dari masing-masing specimen, kemudian dihitung panjang diagonal rata-rata dari foto tersebut menggunakan aplikasi image J. Berikut ini adalah hasil pengambilan data uji kekerasan :



**Gambar 15. Foto mikroskop uji kekerasan tanpa perlakuan 1**

Hitung diagonal rata-rata dari gambar lekukan yang terbentuk ( $\frac{d1+d2}{2}$ ). Setelah didapat rata-rata diagonal dari ketiga foto uji kekerasan spesimen tanpa perlakuan, kemudian dihitung nilai kekerasan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$VHN = \frac{2F \sin\left[\frac{136^\circ}{2}\right]}{d^2} = 1,854 \frac{F}{d^2}$$

$$VHN = 1,854 \frac{1}{0,197^2} = 47,772$$

Kekerasan specimen tanpa perlakuan mendapatkan nilai 47,772 VHN. Setelah dilakukan perhitungan nilai kekerasan specimen tanpa perlakuan, Al – Zn – Ni dan Al – Zn – Cu – Ni, didapatkan grafik sebagai berikut :



**Gambar 16. Grafik perbandingan rata-rata nilai kekerasan specimen tanpa perlakuan, Al – Zn – Ni, dan Al – Zn – Cu – Ni**

## 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan :

1. Kekuatan aluminium rata-rata meningkat setelah perlakuan elektroplating. Perlakuan Al – Zn – Ni menghasilkan nilai UTS dan titik putus lebih tinggi dibandingkan perlakuan Al – Zn – Cu – Ni, sedangkan nilai *modulus elastisitas* perlakuan Al – Zn – Cu – Ni menghasilkan nilai lebih tinggi dibandingkan perlakuan Al – Zn – Ni. Nilai UTS pada perlakuan Al – Zn – Ni rata-rata meningkat sebesar 41,3045 N/mm<sup>2</sup>, perlakuan Al – Zn – Cu – Ni rata-rata meningkat sebesar 17,3562 N/mm<sup>2</sup>. Nilai titik putus Al – Zn – Ni rata-rata meningkat

sebesar 78,4538 N/mm<sup>2</sup>, Al – Zn – Cu – Ni rata-rata meningkat sebesar 2,3963N/mm<sup>2</sup>. Nilai *modulus elastisitas* Al – Zn – Ni rata-rata meningkat sebesar 1602N/mm<sup>2</sup>, Al – Zn – Cu – Ni rata-rata meningkat sebesar 3204 N/mm<sup>2</sup>.

2. Kekerasan aluminium rata-rata meningkat setelah perlakuan elektroplating. Rata-rata kekerasan spesimen aluminium tanpa perlakuan adalah 47,772 VHN, kekerasan spesimen perlakuan Al – Zn – Ni adalah 162,451 VHN dan kekerasan spesimen perlakuan Al – Zn – Cu – Ni adalah 116,41 VHN. Kekerasan aluminium setelah mendapatkan perlakuan Al – Zn – Ni rata-rata meningkat sebesar 114,679 VHN dengan perlakuan Al – Zn – Cu – Ni rata-rata meningkat sebesar 68,638 VHN. Pelapisan Al – Zn – Ni rata-rata memiliki nilai kekerasan lebih tinggi dibandingkan pelapisan Al – Zn – Cu – Ni.

## Daftar pustaka

- [1] Kharianto, *Pembuatan, Sifat dan Paduan Aluminium*, 2008, [www.gudangmateri.com](http://www.gudangmateri.com), ( diakses tanggal 23 April 2016 ).
- [2] Saputra, I.W.A., *Kualitas Elektroplating dengan Nikel Akibat Variasi Aluminium – Nikel, Aluminium – Zinc – Nikel, Aluminium – Zinc – Tembaga – Nikel*, hal, 1-2, 2015.
- [3] Abrianto Akuan, Ir., MT. “*Dasar-Dasar Proses Elektroplating*” Teknik Metalurgi, UNJANI
- [4] Rindha Permata, *Materi Dasar Teori Koloid*, [www.wordpress.com](http://www.wordpress.com), ( diakses tanggal 24 April 2016 )
- [5] Budinski, *Engineering Materrals Properties and Selection*, Pretice-Hall International. Inc, New Jersey, America, 1992.
- [6] Anonim Alzheimer's and aluminum: canning the myth. Food Insight 1993 Sep-Oct. Washington, D.C.: International Food Information Council Foundation.
- [7] M. Carnes et al. “*A Stable Tetralkyl Complex of Nikel (IV)*”, 2009, [www.wikipedia.org/wiki/Nikel](http://www.wikipedia.org/wiki/Nikel), ( diakses tanggal 5 Januari 2016 ).
- [8] Hambidge, K. M. and Kreb, N. F “*Zinc deficiency: a special challenge*”. J. 2007, Nutr. [www.wikipedia.org/wiki/Seng](http://www.wikipedia.org/wiki/Seng), ( diakses tanggal 5 Januari 2016 ).

- [9] Poyner, J. A., *Electroplating*. Workshop practice series No 11, Argus Books Ltd, London, England, 1991.
- [10] Sen, D., *Reference Book on Chemical Engineering Volume 1*, New Age International (P) Ltd. New Delhi, India, 2005.
- [11] William D. Callister Jr., John Wiley&Sons, *Material Science and Engineering: An Introduction*, 2004.
- [12] E.J. Pavlina and C.J. Van Tyne, "*Correlation of Yield Strength and Tensile Strength with Hardness for Steels*", Journal of Materials Engineering and Performance, 2008.
- [13] Dennis, J. K., *Nikel and Chromium Plating*, Butterworth and Co. (Publishers) Ltd, London, England, 1972.
- [14] Saputra, I.W.A., *Kualitas Elektroplating dengan Nikel Akibat Variasi Aluminium – Nikel, Aluminium – Zinc – Nikel, Aluminium – Zinc – Tembaga – Nikel*, hal, 39-44, 2015.