

# PENGARUH VARIASI TEGANGAN DAN WAKTU PELAPISAN TERHADAP KEKILAPAN, KEKERASAN DAN KEKASARAN PERMUKAAN ALUMINIUM

Ade Irvan Tauvana<sup>1,a</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Enjineri Indorama, Purwakarta, Indonesia

<sup>a</sup> irvan\_teknikmesin@yahoo.co.id

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi tegangan dan waktu pelapisan tembaga, nikel dan krom terhadap kekilapan, kekerasan lapisan, dan kekasaran permukaan specimen, mengetahui kondisi optimum pelapisan dari interaksi variasi tersebut. Specimen dilapisi tembaga (tegangan 12 V, selama 5 detik), kemudian dilapisi nikel (tegangan 1 V, 2 V, 3 V, 4 V, selama 5, 10, 15, 20, 25 menit) variasi tegangan dan waktu pada pelapisan nikel merupakan variabel bebas dari penelitian ini, setelah itu dilapisi krom (tegangan 12 V, selama 5 detik).

Hasil uji kekilapan menunjukkan specimen (2 V, 25 menit) dengan kekilapan tertinggi (78 %) dan specimen (1 V, 5 menit) dengan kekilapan terendah (50 %). Hasil uji kekerasan menunjukkan kekerasan permukaan specimen dasar (raw material) 38,3 VHN, kekerasan tertinggi ditunjukkan pada specimen (2 V, 25 menit) 229 VHN dan specimen (3 V, 20 menit) 229 VHN, terjadi peningkatan sebesar 497,9 % dibanding kekerasan specimen dasar.

**Kata Kunci :** *elektroplating, tembaga, nikel, krom, kekilapan*

## Abstract

This research aims determine the influence of voltage and time variations copper, nickel and chrome plating against brightness, hardness, and surface roughness of aluminum specimen and to determine the optimum conditions of coating, so that the condition was obtained plating process copper, nickel and chromium are the most effective which can produce the highest brightness and hardness. The specimen coated by copper (12V, during 5 second), then coated with nickel (1V, 2V, 3V, 4V, during 5,10,15,20,25 minutes) variation of voltage and time in the nickel plating is an independent variable of this research, and then coated with chromium (12V during 5 second).

Brightness test shows that specimen (2V,25 minutes) have the highest brightness (78%), and specimen (1V, 5 minutes) have the lowest brightness (50%). Hardness test results show that the raw material surface have the hardness is 38.3 VHN, show at the highest hardness of specimens (2V, 25 minute) = 229 VHN and specimens (3V, 20 minute) = 229 VHN, increased of 497.9% compared to the basic specimen hardness.

**Keywords:** *electroplating, copper, nickel, chrome, gloss.*

## 1. Pendahuluan

Pelapisan logam dengan cara *electroplating* adalah salah satu cara untuk memperbaiki penampilan (dekoratif) misalnya, pelapisan emas, perak, kuningan, dan tembaga. Melindungi logam dari korosi, yaitu melindungi logam dasar dengan logam yang lebih mulia, misalnya pelapisan platina, emas dan baja. Melindungi logam dasar dengan logam yang kurang mulia, misalnya pelapisan seng pada baja [1]. Meningkatkan ketahanan produk terhadap gesekan (abrasi), misalnya pelapisan krom keras. Memperbaiki kehalusan atau bentuk permukaan dan toleransi logam dasar, misalnya pelapisan nikel dan krom.

Pelapisan tembaga, nikel dan krom pada aluminium pada penelitian ini bersifat dekoratif yang bertujuan untuk menambah kecerahan dari aluminium. Selain itu pelapisan dengan metode elektroplating ini juga melindungi aluminium dari korosi dan menambah kekuatan dari material aluminium dan tentu saja menambah umur atau masa pakai dari material itu sendiri.

Penelitian ini memakai aluminium sebagai specimen, karena banyak digunakan sebagai *spare part* kendaraan bermotor, seperti knalpot, setang setir, *foot step*, velg dan lain-lain. Untuk memperindah tampilan dan melindungi dari korosi maka perlu dilakukan pelapisan tembaga, nikel dan krom dengan cara elektroplating. Permasalahannya adalah seberapa besar pengaruh tegangan dan waktu pelapisan pada

saat pelapisan tembaga nikel dan krom dekoratif terhadap tingkat kecerahan / kekilapan, kekerasan dan kekasaran permukaan aluminium.

1. Mengetahui seberapa besar pengaruh variasi tegangan dan waktu pelapisan nikel terhadap kekilapan, kekerasan lapisan spesimen dasar aluminium.
2. Mengetahui kondisi optimum pelapisan dari interaksi variasi tersebut, sehingga didapat kondisi proses pelapisan tembaga, nikel dan krom yang paling efektif yang mampu menghasilkan kecerahan/kekilapan yang paling tinggi.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi temperatur pada proses pelapisan krom terhadap kekerasan dan laju korosi baja karbon rendah ST 40 di lingkungan air laut. Variasi proses krom dilakukan pada suhu kamar, 40 °C, 50 °C, 60 °C dan 70 °C dengan waktu proses masing-masing 5 detik dan tegangan 5 volt. Hasil penelitian, dari pengamatan struktur mikro ternyata tidak terjadi perubahan sifat mekanis khususnya kekerasan. Kekerasan material dasar 175,61 VHN, kekerasan lapisan nikel 427,33 VHN, kekerasan lapisan krom 496,23 VHN. Untuk pengujian korosi didapat hasil pelapisan krom pada temperatur 50 °C dan 60 °C terjadi penurunan laju korosi dibandingkan material tanpa pelapisan [2].

Penelitian lain tentang pelapisan krom keras pada pelat baja karbon rendah ukuran 10 x 20 x 1mm. Penelitian menitik beratkan pada pengaruh rapat arus (variasi 50, 60, 70 dan 80 A/dm<sup>2</sup>) terhadap kualitas permukaan lapisan meliputi : berat lapisan, kekerasan, ketebalan dan efisiensi katodik. Larutan yang digunakan mengandung CrO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub> Si F<sub>6</sub> dan aqua DM, sedangkan anoda dipakai timah hitam (Pb). Hasil penelitian menunjukkan kekerasan maksimal sebesar 431 VHN didapat pada temperatur 55 °C dengan rapat arus 60 A/dm<sup>2</sup>. Lapisan dengan efisiensi katodik tertinggi (20,99%) diperoleh pada temperatur 55 °C dan rapat arus 80 A/dm<sup>2</sup>. Dinyatakan pula bahwa, efisiensi arus katodik dan ketebalan lapisan krom naik seiring naiknya rapat arus [3].

Penelitian terkait lainnya dilakukan untuk mengetahui pengaruh tegangan, suhu dan waktu pelapisan krom keras terhadap kekerasan permukaan lapisan dan keausan spesifik lapisan. Spesimen dibagi dua kelompok, kelompok pertama dikeraskan sebelum dilapisi, kelompok kedua tanpa dikeraskan langsung dilapisi. Variabel bebas : voltase (3, 4, 5, 6, 9 Volt), suhu (40, 45, 55, 60 °C), dan waktu (30, 40, 50, 60 menit). Hasil uji kekerasan dan keausan spesifik menunjukkan bahwa kondisi optimum pada pelapisan 6 volt, suhu 55 °C, dan waktu 50 menit [4], [5].

## 2. Metode Penelitian

### a. Pengujian tebal lapisan.

Pengujian tebal lapisan ini dimaksudkan untuk mengukur tebal lapisan dari sampel yang telah dilakukan elektroplating. Alat yang digunakan berupa mikroskop optik dengan pembesaran 500 kali. Sampel yang telah dilapisi dibuat potongan kecil kemudian *dimouting* (dicetak) dengan resin agar spesimen yang telah dipotong kecil mudah dipegang saat pengujian. Setelah itu permukaannya dihaluskan sampai halus mulai dengan menggunakan amplas tahan air, (no.240, 400, 1000, 1200) setelah halus kemudian untuk menghilangkan sisa goresan amplas dipoles dengan menggunakan *autosol*. Benda uji kemudian ditaruh dibawah mikroskop dan diamati kemudian dicatat tebal lapisannya.

### b. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan untuk hasil elektroplating digunakan metode pengujian mikro *hardness vickers*, sedangkan beban yang digunakan untuk pengujian ini 10 gf (*gram force*) dan waktu penetrasi 7 detik. Pada pengujian kekerasan dengan mikro *hardness Vickers* benda uji harus rata dan bersih agar bebas tekanan sehingga dapat dibaca dengan jelas. Pengujian dilakukan pada tiga titik pada setiap sampel. Dari data yang berupa diameter injakan antar membujur dan melintang kemudian dirata-rata dan hasilnya dimasukan kedalam rumus VHN (*Vickers Hardness Number*).

### c. Pengujian Tingkat Kekilapan Permukaan

Tingkat kecerahan lapisan diukur menggunakan alat ukur iluminasi cahaya (Lux meter), data iluminasi cahaya yang diperoleh didapat dari hasil pengukuran tegangan berupa tinggi gelombang (amplitudo) pada osiloskop. Sehingga gelombang pantulan dari spesimen yang ditunjukkan oleh osiloskop dapat dinyatakan sebagai kualitas kecerahan dari proses elektroplating khrom dekoratif. Pengujian ini menggunakan cermin sebagai patokan kekilapan 100%.

### 3. Hasil dan Analisis

#### 3.1 Hasil Foto Makro Ketebalan Lapisan

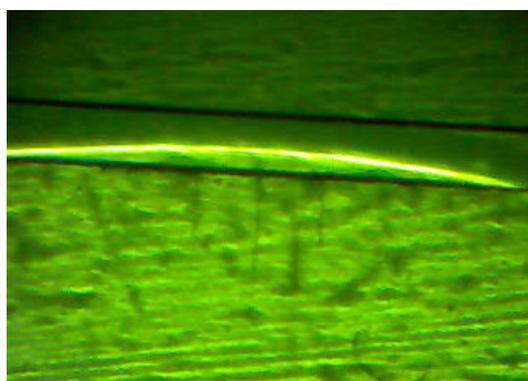
Untuk mengetahui dan melihat adanya lapisan dari hasil elektroplating tembaga, nikel dan krom, salah satunya dapat dilakukan dengan pengujian foto makro menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 500 X. Foto makro dilakukan pada spesimen dengan tingkat kekilapan tertinggi yaitu 2V,25 menit.

Tabel 1 Data uji ketebalan lapisan

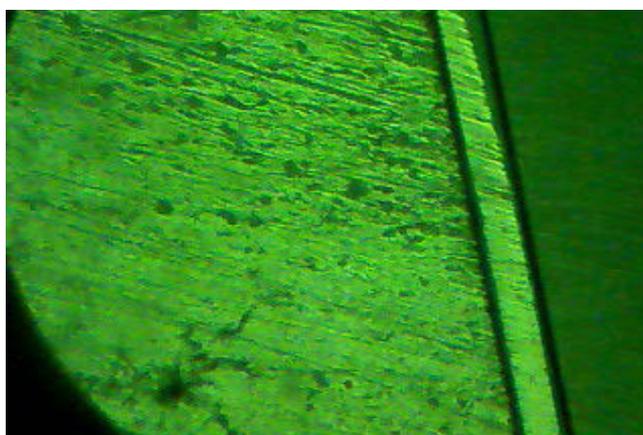
Lapisan	Tebal
Tembaga	0,05 $\mu\text{m}$
Nikel	13,4 $\mu\text{m}$
Krom	0,05 $\mu\text{m}$



Gambar 1. Foto Makro Lapisan Tembaga



Gambar 2. Foto Makro Lapisan Nikel



Gambar 3. Foto Makro Lapisan Krom

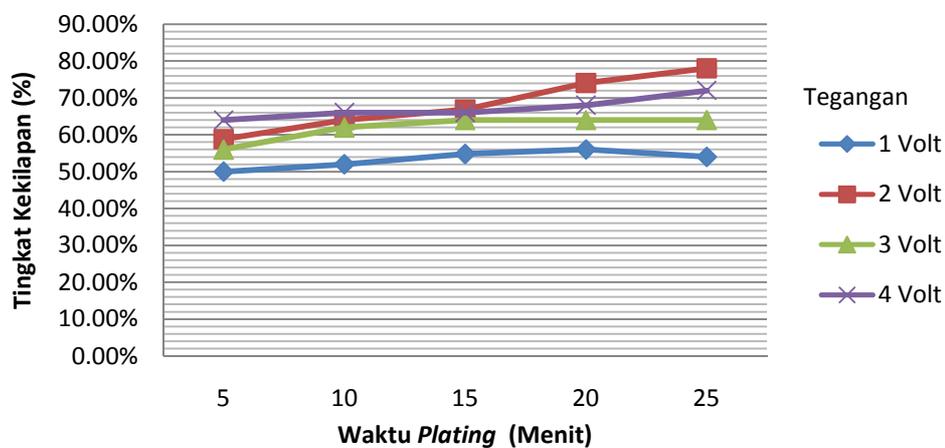
#### 3.2 Hasil Uji Kekilapan atau Kecerahan

Pengujian tingkat kekilapan / kecerahan dilakukan untuk mengetahui variasi pelapisan mana yang menghasilkan permukaan paling mengkilap. Hasil uji dari laboratorium fisika dasar, Fakultas MIPA UGM adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil uji kekilapan spesimen

Waktu plating (menit)	Tegangan			
	1 Volt	2 Volt	3 Volt	4 Volt
5	50.00%	58.80%	56.00%	64.00%
10	52.00%	64.00%	62.00%	66.00%
15	54.80%	66.80%	64.00%	66.00%
20	56.00%	74.00%	64.00%	68.00%
25	64.00%	78.00%	64.00%	72.00%

Keterangan : Skala Luk meter dengan sampel cermin sebagai pembanding (pantulan cermin 100%)



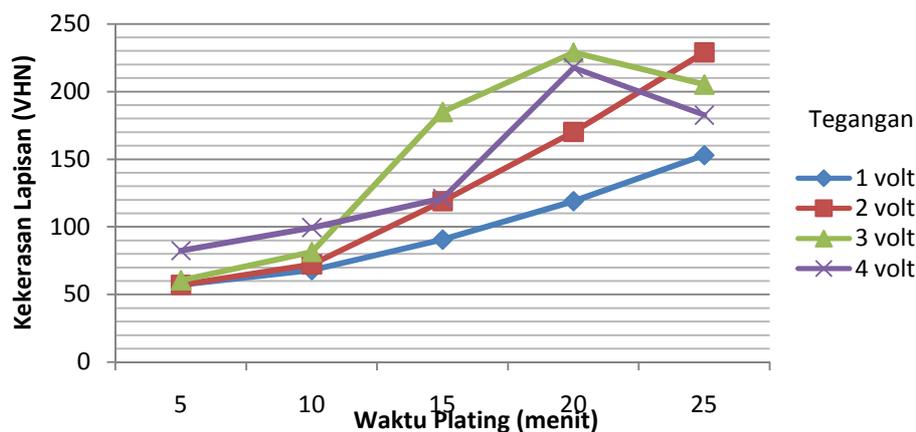
Gambar 4. Hubungan Tegangan dan Waktu Terhadap Kekilapan

### 3.3 Hasil Uji Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan untuk mengetahui pengaruh elektroplating tembaga nikel dan krom dekoratif terhadap kekerasan benda uji aluminium. Untuk mengetahui variasi pelapisan mana yang memiliki kekerasan paling tinggi sehingga dapat diketahui kondisi operasi *elektroplating* mana yang paling optimal.

Tabel 3. Data uji kekerasan

Waktu Plating ( Menit )	Tegangan ( Volt )			
	1 Volt	2 Volt	3 Volt	4 Volt
5	57,2	57,2	60,5	82,4
10	68,1	72,4	81,6	99,5
15	90,6	119	185	121
20	119	170,3	229	217,6
25	153	229	205,3	182,6



Gambar 5. Hasil uji kekerasan

Tabel 4. Perbandingan hasil kekerasan spesimen awal dengan setelah dilapisi

Spesimen	Uji kekerasan mikro Vickers							Hasil Perhitungan		
	Titik uji	Beban (gf)	Waktu (detik)	D1 ( $\mu$ m)	VHN ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )	D2 ( $\mu$ m)	VHN ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )	D rata-rata ( $\mu$ m)	VHN ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	VHN rata-rata ( $\text{kg}/\text{mm}^2$ )
Tanpa Pelapisan	1	10	7	22	38,3	22	38,3	22	38,3	38,3
	2	10	7	22	38,3	22	38,3	22	38,3	
	3	10	7	22	38,3	22	38,3	22	38,3	
Dengan Pelapisan 2V/25mnt	1	10	7	9	229	9	229	9	229	229
	2	10	7	9	229	9	229	9	229	
	3	10	7	9	229	9	229	9	229	

Dari hasil uji kekerasan, spesimen dengan nilai kekerasan tertinggi adalah spesimen 2V/25 menit (229 VHN) dan spesimen 3V/20 menit (229 VHN). Terbukti bahwa terjadi penambahan atau kenaikan kekerasan material dari material dasar tanpa pelapisan (38,3 VHN) dengan material yang telah dilapisi dengan tembaga nikel dan krom dengan cara electroplating (229VHN) terjadi kenaikan kekerasan sebesar 497,9% terhadap *raw material*.

Hasil pengujian kekilapan menunjukkan bahwa spesimen dengan tingkat kekilapan paling tinggi adalah spesimen dengan tegangan 2V, waktu pencelupan 25 menit (kekilapan 78,00%), ini disebabkan karena pada 2V daya listrik yang ditimbulkan sesuai kebutuhan pelapisan, artinya tidak tinggi dan tidak rendah.

Jika tegangan listrik divariasikan, maka besar daya listrik akan bervariasi, karena tahanan atau hambatan dianggap dianggap konstan (hambatan: kabel/kawat penghantar, batang tembaga penghubung, anoda, katoda atau spesimen itu sendiri, dan larutan elektrolit). Proses pelapisan pada 2 Volt, konduktivitas arus (*current conductivity*) dan rapat arus (*current density*) sangat baik dan mobilitas ion-ion menuju katoda (spesimen) membentuk endapan jadi optimal. Perpindahan ion logam dengan bantuan arus listrik melalui larutan elektrolit, sehingga ion logam mengendap pada aluminium yang dilapisi. Ion logam diperoleh dari elektrolit maupun berasal dari pelarutan anoda logam di dalam elektrolit. Konsentrasi ion merupakan faktor yang berpengaruh pada struktur defosit, dengan naiknya konsentrasi

logam dapat menaikkan seluruh kegiatan anion yang membantu mobilitas ion. Disamping itu laju pelapisan (*velocity of deposition*) pada kondisi ini menjadi sangat baik, densitas lapisan yang terbentuk lebih solid dan lebih merata. Sedangkan waktu pelapisan 25 menit menjadi waktu optimal yang menghasilkan lapisan yang paling mengkilap, hal ini disebabkan besar muatan listrik ( $\text{arus} \times \text{waktu}$ ) dan distribusi arus merata sesuai kebutuhan untuk mengangkut ion – ion tembaga, nikel dan krom selama proses pelapisan. Dengan demikian, hasil pelapisan voltase 2 Volt dengan waktu pencelupan 25 menit menghasilkan kekilapan lapisan permukaan yang paling tinggi.

Sedangkan tingkat kekilapan paling rendah yaitu spesimen dengan tegangan 1V, waktu pencelupan 5 menit (kekilapan 50%) hal ini disebabkan karena faktor daya listrik dan rapat arus pelapisan masih kurang, berarti juga penyebaran arus kurang merata, akibatnya pelapisan tidak optimal (kurang merata, kurang solid), diakibatkan pula reaksi yang ditimbulkan selama proses elektroplating.

Spesimen yang telah dilapisi dengan tembaga, nikel dan krom mengalami kenaikan / peningkatan kekerasan sebesar 498%. Kekerasan spesimen dasar aluminium tanpa pelapisan adalah 38,3VHN, sedangkan kekerasan spesimen aluminium dengan nilai kekerasan tertinggi adalah variasi pelapisan nikel tegangan 2V/25 menit dan 3V/20 menit sebesar 229 VHN. Pada spesimen 3V/20 menit secara kasat mata terlihat bahwa terjadi pengelupaan lapisan krom yang diakibatkan karena tegangan yang tidak sesuai. Seperti halnya pelapisan krom keras (*hard chrome*) pelapisan krom dekoratif juga berpengaruh pada kekerasan material dasar aluminium dengan kenaikan sebesar 498%.

#### 4. Kesimpulan

1. Variasi tegangan dan waktu pelapisan berpengaruh terhadap kekilapan, kekerasan dan kekasaran permukaan aluminium.
2. Kondisi optimum dari pelapisan tembaga, nikel dan krom dekoratif dengan batasan – batasan masalah pada penelitian adalah pada pelapisan dengan tegangan 2V dengan waktu pencelupan selama 25 menit.

#### Daftar Pustaka

- [1]. Hartomo, A.J. *Mengenal Pelapisan Logam (Elektroplating)*. Yogyakarta. 1992:17
- [2]. Krisnaputra, R. *Pengaruh variasi pada proses pelapisan chrome terhadap kekerasan dan laju korosi pada baja karbon dilingkungan air laut*. Tesis. Yogyakarta: Pascasarjana UGM; 2009.
- [3]. Nurbasari, M., Ramelan, A. *Proses pelapisan krom pada baja karbon rendah*. Prosiding Seminar Nasional ke-15 UGM; 2009
- [4]. Suarsana, I. *Pengaruh waktu pelapisan nikel pada tembaga dalam pelapisan krom dekoratif terhadap tingkat kecerahan dan ketebalan lapisan*. Bali: Universitas Udayana; 2008.
- [5]. Suarsana, I. *Pengaruh Tegangan, Suhu dan Waktu Pelapisan Hard Chrome Terhadap Keausan dan Kekerasan Lapisan Pada Baja AISi1045 Tanpa dan Dengan Pengerasan*. Tesis. Yogyakarta: Pascasarjana UGM; 2009.