

OPTIMASI PELAPISAN TEMBAGA NIKEL DAN KROM DEKORATIF PADA ALUMINIUM DENGAN METODE ELEKTROPLATING

Hendro Maxwell Sumual
Dosen Fakultas Teknik Universitas Negeri Manado
Kampus UNIMA Tondano
hendrosumual@mail.unima.ac.id/085256611022

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi tegangan dan waktu pelapisan nikel terhadap kekilapan, kekerasan lapisan, dan kekasaran permukaan spesimen dasar aluminium dan untuk 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 dan kekerasan yang paling tinggi.

Spesimen aluminium 1100(2S) termasuk aluminium murni 99,0%, berbentuk bujur sangkar dengan panjang = 5cm, lebar = 5cm dan tebal 0,5cm. Spesimen dilapisi tembaga (tegangan 12V, selama 5detik), kemudian dilapisi nikel (tegangan 1V, 2V, 3V, 4V, 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 12V, selama 5detik). Pengujian spesimen dilakukan untuk mengetahui kekilapan permukaan, kekerasan, dan kekasaran permukaan.

Uji kekilapan dilakukan dengan Luxmeter, uji kekerasan dengan metode mikro Vickers dengan beban 10gr, dan uji kekasaran permukaan dengan *roughness tester*. Hasil uji kekilapan menunjukkan spesimen (2V, 25menit) dengan kekilapan tertinggi (78%) dan spesimen (1V, 5menit) dengan kekilapan terendah (50%). Hasil uji kekerasan menunjukkan kekerasan permukaan spesimen dasar (*raw material*) = 38,3 VHN, kekerasan tertinggi ditunjukkan pada spesimen (2V, 25menit) = 229 VHN dan spesimen (3V, 20menit) = 229VHN, terjadi peningkatan sebesar 497,9% dibanding kekerasan spesimen dasar. Kekasaran permukaan spesimen dasar ($R_a = 0,40 \mu\text{m}$) sedangkan kekasaran permukaan spesimen setelah dilapisi ($R_a = 0,10 \mu\text{m}$) terjadi penurunan kekasaran permukaan sebesar 300% dibanding dengan kekasaran spesimen dasar. Dari hasil – hasil pengujian didapatkan bahwa spesimen (2V, 25menit) merupakan kondisi optimum pada penelitian ini karena pada kondisi tersebut terjadi ikatan atom yang kuat dan merata antara spesimen dasar aluminium dengan material pelapisnya yaitu tembaga, nikel dan krom sehingga mendapatkan kekilapan dan kekerasan permukaan yang paling tinggi.

Kata Kunci : elektroplating, tembaga, nikel, krom, kekerasan mikro.

Pendahuluan

Perkembangan dunia teknologi dan industri semakin pesat, demikian juga dibidang perekayasaan material. Hal ini menjadi pemicu bagi para produsen material untuk lebih intesif, kreatif dan konsisten meningkatkan mutu atau kualitas produknya agar bisa bersaing dan merebut pangsa pasar.

Pelapisan logam dengan cara elektroplating 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. Meningkatkan ketahanan produk terhadap gesekan (abrasi), misalnya pelapisan krom keras. Memperbaiki kehalusan atau bentuk permukaan dan

toleransi logam dasar, misalnya : pelapisan nikel, krom.

Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Aluminium didapat dari alumina dengan cara elektrolisa dari garamnya yang terdifusi. Aluminium didapat dalam keadaan cair dengan elektrolisa umumnya mencapai kemurnian 99,85% berat. Dengan mengelektrolisa kembali dapat dicapai kemurnian 99,99%. Aluminium adalah logam yang mampu mesin artinya mudah dikerjakan dengan mesin, dapat diroll, ditempa, dicor, ditarik, diekstrusi ke bentuk yang diinginkan.

Paduan Al diklasifikasikan dalam berbagai standar oleh berbagai Negara di dunia. Saat ini klasifikasi yang sangat terkenal dan sempurna adalah standar *Aluminium Association* di Amerika (AA) yang didasarkan atas standar terdahulu dari Alcoa

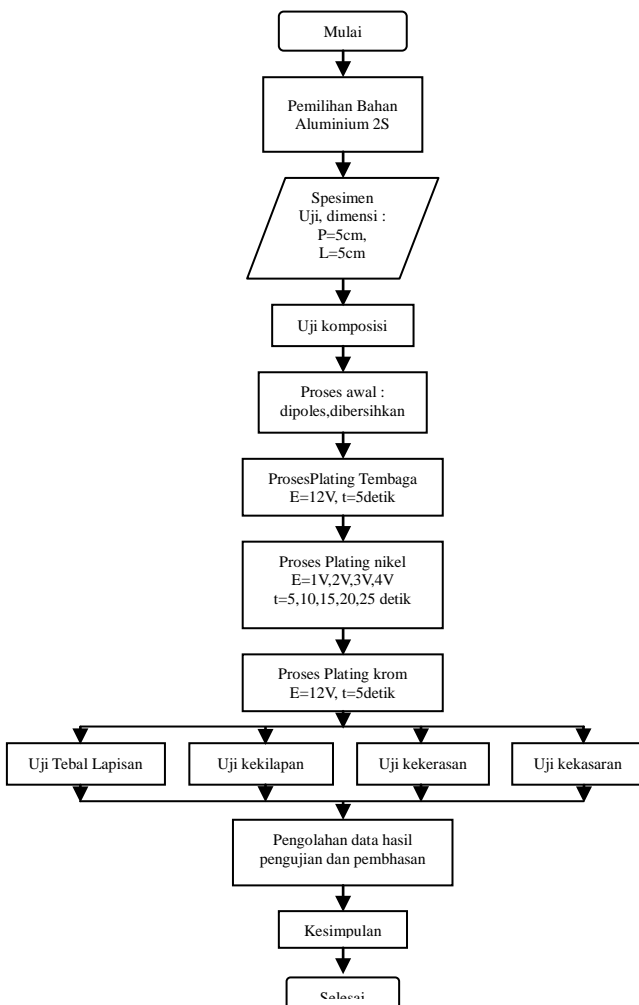
(*Aluminium Company of America*). Paduan tempaan dinyatakan dengan datu atau dua angka “s”, sedangkan paduan coran dinyatakan dengan 3 angka. Standar AA menggunakan penandaan dengan 4 angka sebagai berikut : Angka pertama menyatakan sistim paduan dengan unsur-unsur yang ditambahkan, yaitu :

1:Al murni, 2:Al-Cu, 3:Al-Mn, 4:Al-Si, 5:Al-Mg, 6:Al-Mg-Si, 7:Al-Zn.

Penggunaan aluminium dalam dunia industri sangat banyak, misalnya dalam industri otomotif sebagai spare part dari kendaraan bermotor, sebagai bahan konstruksi, sebagai badan pesawat terbang, sebagai alat-alat rumah tangga dan lain-lain.

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.

Metode Penelitian



Alat dan Bahan Penelitian

1. Rectifier/ Power supply DC 12VDC, 50 ADC.
2. Bak Plastik (volume 5 lite)
3. Rak atau Barrel
4. Timbangan digital
5. Gelas ukur
6. Thermometer
7. Pipet tetes
8. Amplas

Bahan-Bahan

1. Benda kerja/Pelat aluminium (katoda)
2. Pelat anoda tembaga
3. Pelat anoda nikel
4. Pelat anoda timah
5. Larutan elektrolit untuk pelapisan tembaga

Aquades	850 ml
Soda AS	2 gr
Copper Cyanid	50 gr
Sodium Cyanid	100 gr
6. Larutan elektrolit untuk pelapisan nikel

Aquades	750 ml
Boric Acid	40 gr
Nickel Sulphate	250 gr
Nickel Chlorid	60 gr
Brightener 07 (magnum)	1 cc
Brightener 06 (AM)	30 cc
7. Larutan elektrolit untuk pelapisan khrom

Aquades	850 ml
Chromic Acid	200 gr
WR-1 (katalis)	2 gr
Asam Sulphate	0,47 cc
8. Air bersih
9. Detergent
10. Autosol

Peralatan uji spesimen.

1. Alat uji komposisi bahan (*Spectro Test*)
2. Alat uji kekerasan mikro (*Micro Hardness Vickers*)
3. Alat uji kehalusan permukaan (*roughness test*)
4. Alat uji ketebalan lapisan (*Optical Microscope*)

Persiapan Penelitian

Sebelum melakukan proses pelapisan dan untuk mendapatkan hasil lapisan yang lebih baik, maka logam dasar (benda kerja yang akan dilapis) harus bersifat bersih dalam arti bebas dari karat, minyak, cat dan pengotor lain juga untuk mendapatkan kondisi permukaan yang lebih baik dan yang penting utama adalah memberikan daya lekat permukaan yang semestinya sehingga perlu dilakukan pekerjaan pendahuluan/persiapan yaitu pembersihan secara mekanik. Pekerjaan ini bertujuan untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan goresan-goresan dan geram-geram yang masih

melekat pada benda kerja. Biasanya untuk menghilangkan goresan dan geram tersebut dilakukan buffing yang prinsipnya seperti mesin gerinda dengan gerinda kasar ukuran 120, gerinda halus ukuran 400 dan yg terakhir dipoles dengan *autosol*, akan tetapi roda polesnya yang berbeda yaitu terbuat dari bahan katun, kulit, laken dan sebagainya. Proses pengerjaan ini tergantung pada kondisi kerja itu sendiri kadang-kadang memerlukan proses lain misalnya *brushing*, *brighthening* dan sebagainya.

Proses Elektroplating

Spesimen yang telah dipoles dan dibersihkan dicelupkan kedalam larutan tembaga yang telah diberi tegangan dari *rectifier* sebesar 12V dengan waktu pencelupan selama 5 detik, sehingga proses pelapisan berlangsung dengan demikian terjadi lapisan atau deposit logam tembaga pada permukaan specimen.

Setelah plating tembaga specimen di bilas dengan air bersih kemudian langsung dicelupkan lagi ke dalam larutan nikel dengan variasi tegangan (1V,2V,3V,4V) dan variasi waktu celup (5,10,15,20,25menit).

Setelah proses plating nikel, specimen di poles dengan *autosol* kemudian dicuci bersih dengan air bersih. Setelah itu dicelupkan ke dalam larutan krom yang telah dialiri tegangan 12V dengan waktu pencelupan selama 5 detik. Selama proses plating terjadi lapisan atau deposit logam krom pada permukaan specimen aluminium.

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 specimen 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.

Pengujian Kekerasan Mikro

Salah satu sifat mekanis yang menentukan kekuatan suatu bahan adalah kekerasannya. Pengujian kekerasan yang dilakukan terhadap suatu bahan dapat dilakukan dengan berbagai metode antara lain dengan metode Brinnell, Rockwell, dan Vickers. 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*)

$$VHN = 1,854 \frac{P}{d^2}$$

dengan,

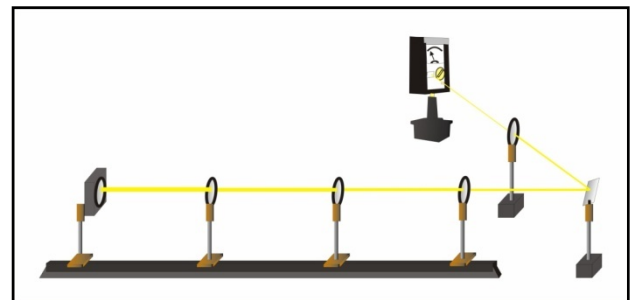
VHN = Vickers Hardness Number atau angka kekerasan (kg/mm^2)

P = beban injakan (kg)

d = diagonal injakan Vickers (mm)

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 specimen yang ditunjukkan oleh osiloskop dapat dinyatakan sebagai kualitas kecerahan dari proses elektroplating khrom dekoratif. Pengujian ini menggunakan cermin sebagai patokan kekilapan 100%.



Skema pengujian kekilapan dengan Luxmeter

Prinsip pengujian kekilapan ini yaitu cahaya yang berasal dari sumber cahaya difokuskan melewati beberapa buah lensa cembung kemudian cahaya tersebut dipantulkan pada specimen aluminium yang telah di lapisi krom dekoratif kemudian dipantulkan lagi cermin cembung kemudian kearah luxmeter, cahaya yang masuk ke Luxmeter merupakan pantulan dari kekilapan specimen tersebut. Data iluminasi cahaya yang diperoleh didapat dari hasil pengukuran tegangan berupa tinggi gelombang (amplitudo) pada osiloskop. Sehingga gelombang pantulan dari specimen yang ditunjukkan oleh osiloskop dapat dinyatakan sebagai kualitas kecerahan dari proses elektroplating. Pengujian ini menggunakan cermin sebagai patokan kekilapan 100%.

Pengujian Kekasaran Permukaan

Pengujian kekasaran permukaan (*roughness test*) diukur dengan alat ukur kekasaran material (*surface roughness tester*), untuk mengetahui perbedaan kekasaran spesimen aluminium tanpa pelapisan dengan spesimen aluminium dengan pelapisan tembaga nikel dan krom.



Gambar Foto Makro Lapisan Tembaga

Hasil Penelitian

Hasil Uji Komposisi Bahan

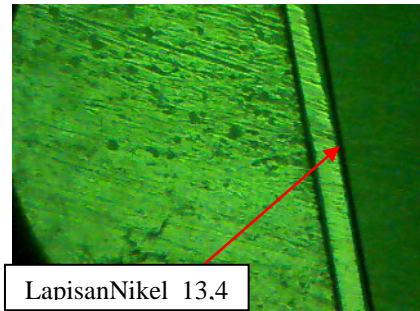
Unsur	Komposisi (%)
Al	99,09
Si	0,128
Fe	0,563
Cu	~0,046
Mn	~0,014
Mg	0,0856
Cr	~0,0083
Ni	~0,0086
Zn	~0,00
Sn	~0,0042
Ti	0,0129
Pb	~0,00
Be	~0,00
Ca	0,0120
Sr	~0,0005
V	0,0145
Zr	0,0145

Tabel Komposisi kimia aluminium

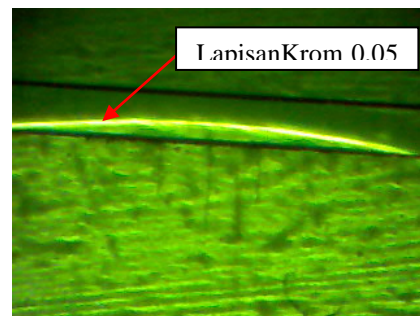
Data hasil pengujian komposisi kimia bahan dasar (*raw material*) aluminium ini menunjukkan bahwa jenis aluminium yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium 2S 1100 atau Al murni 99,0% dan diatasnya (Standar AA).

Hasil Foto Makro Ketebalan Lapisan

Untuk mengetahui dan melihat adanya lapisan dari hasil electroplating 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.

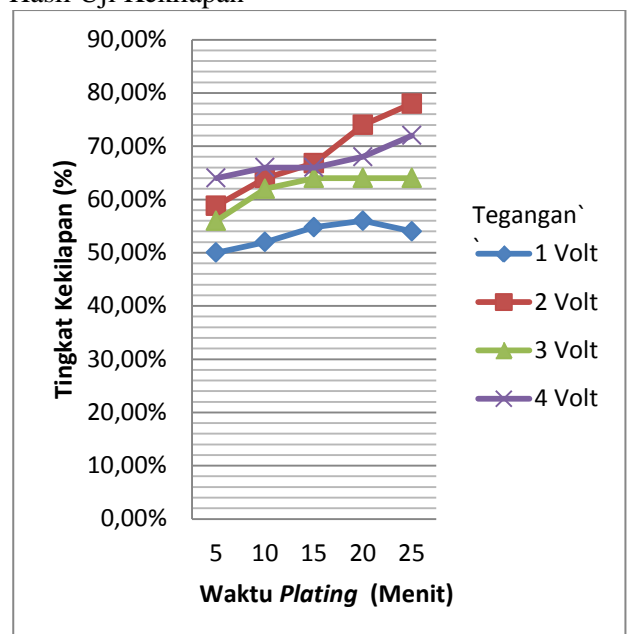


Gambar Foto Makro Lapisan Nikel

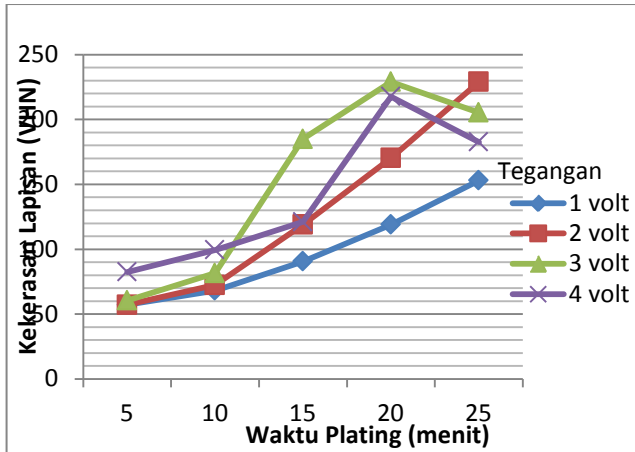


Gambar Foto Makro Lapisan Krom

Hasil Uji Kekilapan



Hasil Uji Kekerasan



Pembahasan Penelitian

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 disebabkan karena pada 2V daya listrik yang ditimbulkan sesuai kebutuhan pelapisan, artinya tidak tinggi dan tidak rendah. Hubungan tegangan dengan kuat arus menurut hukum ohm sebagai berikut :

Arus listrik : $E = I \cdot R \rightarrow I = \frac{E}{R}$
(ampere)

Daya listrik : $P = E \cdot I$ (watt)

Maka : $P = I^2 R$, atau $P = \frac{E^2}{R}$

Dengan :
 I = arus listrik (ampere)
 E = voltase listrik (volt)
 R = tahanan listrik (ohm)
 P = daya listrik (watt)

Persamaan diatas menyatakan bahwa daya listrik (P) proporsional terhadap tegangan listrik (E), sedangkan terhadap tahanan (R) tidak (berbanding terbalik). 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. 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 (arus x waktu) dan distribusi arus merata sesuai kebutuhan untuk mengangkut ion – ion tembaga nikel dan krom selama proses pelapisan. Disamping itu, pelapisan dengan waktu 25 menit merupakan waktu cukup tepat bagi ion – ion tembaga nikel dan krom mendeposisikan diri membentuk endapan (deposit) seseragam mungkin di permukaan katoda (spesimen). 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 factor daya listrik dan rapat arus pelapisan masih kurang berarti juga penyebaran arus kurang merata, akibatnya pelapisan tidak optimal (kurang merata, kurang solid) waktu 5 menit juga masih kurang tepat bagi ion – ion tembaga nikel dan krom mendeposisikan diri membentuk endapan (deposit) seseragam mungkin di permukaan katoda (spesimen). Pada variasi 4 volt secara visual terlihat bahwa lapisan terkelupas dan gosong, hal ini disebabkan karena tegangan dan arus yang mengalir terlalu besar sehingga menimbulkan panas yang berlebihan maka pada bagian ujung katoda (spesimen) terjadi penumpukan endapan disbanding bagian lain dan itu berarti lapisan kurang rata dan banyak ion hydrogen (H^+) tereduksi menjadi gas hydrogen (H_2) yang menguap ke udara luar menimbulkan gelembung - gelembung pada permukaan larutan dan bau yang menyengat saat proses pelapisan berlangsung.

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

Selain peningkatan kekerasan permukaan pelapisan krom dekoratif juga sangat berpengaruh terhadap kekasaran permukaan, dari hasil penelitian diketahui terjadi penurunan kekasaran permukaan sebesar 300%. Nilai kekasaran spesimen dasar tanpa pelapisan $R_a = 0,40 \mu m$, sedangkan nilai kekasaran spesimen setelah dilapisi $R_a = 0,10 \mu m$. Penurunan kekasaran permukaan = 300%.

Kesimpulan

Variasi pelapisan nikel dengan tegangan 2V, waktu pencelupan 25 menit menghasilkan kekilapan yang paling tinggi yaitu 78,00%, sedangkan variasi tegangan 1V, waktu pencelupan 5 menit menghasilkan kekilapan yang paling suram yaitu 50,00%. Untuk variasi 1V dan 3V tidak terjadi penambahan kekilapan lagi setelah waktu 20 menit. Lapisan tembaga nikel dan krom dekoratif pada aluminium, mengakibatkan meningkatnya kekerasan material. Kekerasan material aluminium tanpa pelapisan = 38,3 VHN, sedangkan kekerasan material sesudah dilapisi tembaga nikel dan krom (spesimen 2V,25 menit dan spesimen 3V/20 menit) = 229VHN. Terjadi peningkatan kekerasan sebesar 497,9%. Pada variasi 3V dan 4V dengan waktu pencelupan 25 menit terjadi penurunan kekerasan.

Kekasaran permukaan spesimen tanpa pelapisan $R_a = 0,40 \mu\text{m}$, kekasaran permukaan spesimen setelah dilapisi tembaga nikel dan krom dekoratif (spesimen 2V,25 menit) $R_a = 0,10 \mu\text{m}$. Terjadi penurunan kekasaran permukaan pada material aluminium setelah dilakukan pelapisan tembaga nikel dan krom sebesar 300%. 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.

Referensi

ASM Metal Handbook., 1994, *Surface Engineering*.

Burakowski, T., 1999, *Surface Engineering of Metals*, CRC Press.

Eric Svenson., 2006, *Plating Resources, inc.* Florida

Grard, C., 1980, *Aluminium and Its Alloy*.

Kanani, N., 2004, *Elektroplating – Basic Principles, Processes And Practice, Elsevier Ltd.*

Matthew H. Leahey., 2009, *Replacement Of Hard Chrome Electroplating By Tungsten Carbide Based High Velocity Oxygen Fueled Thermal Spray*, Faculty of Rensselaer Polytechnic Institute

Ohring, M., 1995, *Engineering Materials Science, Academic Press*.

Pouner, J., 1991, *Elektroplating*, Argus Books Ltd.

Purwanto, Huda S., 2005. *Teknologi Industri Elektroplating*, UNDIP

Suarsana, I., 2008, Pengaruh waktu pelapisan nikel pada tembaga dalam pelapisan krom dekoratif terhadap tingkat kecerahan dan ketebalan lapisan. Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana

Surdia, T., cetakan keenam 2005, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Pradnya Paramitha.