

PENGARUH VARIASI VOLTASE, WAKTU DENGAN TEMPERATUR PROSES PELAPISAN KROM 50⁰ C TERHADAP KARAKTERISTIK LOGAM ALUMINIUM

Purgiyanto¹⁾, Viktor Malau²⁾

1) Program Pasca Sarjana jurusan Teknik Mesin dan Industri

2) Staf Pengajar jurusan teknik mesin

Program Studi Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin dan Industri
Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No.2 Yogyakarta 55281
Email : purgipurgiyanto@yahoo.co.id

Abstraksi

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui adanya perubahan sifat mekanis terutama kekerasan dan keausan logam aluminium, setelah dilakukan perlakuan permukaan yaitu elektroplating. Gesekan merupakan salah satu penyebab penurunan mutu logam, untuk melindungi logam dari gesekan biasanya dilakukan perlakuan permukaan logam (surface treatment). Salah satu perlakuan permukaan pada logam yaitu elektroplating. Material yang dilapisi adalah aluminium murni (seri 1), sedangkan bahan pelapis adalah krom. Parameter penelitian yang divariasikan adalah voltase : 4 ; 4,5 ; dan 5 volt, temperatur : 50⁰C dan waktu : 40 ; 50; dan 60 menit. Metodologi yang digunakan untuk melapisi aluminium dengan krom adalah Elektroplating. Sebelum logam aluminium dilapisi dengan krom direndam dahulu didalam larutan zink solution, yang bertujuan untuk menghilangkan lapisan oksida yang melapisi logam aluminium, sehingga krom bisa melapisi logam aluminium. Pelapisan logam aluminium dengan memvariasikan voltase dan waktu kemudian dilakukan pengujian-pengujian spesimen seperti spectro meter, pengujian mikro struktur, uji kekerasan dan uji keausan. Pengujian ini dilakukan pada logam aluminium yang telah dilapisi dengan krom dan logam yang tidak dilapisi krom. Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut, logam aluminium setelah dilakukan elektroplating ada perubahan tebal mengindikasikan adanya lapisan krom, hal ini dibuktikan pada gambar mikro struktur ada lapisan krom. Pengujian keausan dapat disimpulkan terjadi peningkatan daya tahan keausan, yaitu aluminium yang tidak dilapisi krom keausannya $1,363.10^{-6}$ mm²/kg, sedangkan aluminium yang dilapisi dengan krom keausannya menurun menjadi $2,239.10^{-7}$ mm²/kg. Keausan terkecil dicapai pada voltase 4,5 volt dan waktu 40 menit. Pengujian kekerasan dapat disimpulkan ada peningkatan kekerasan permukaan logam aluminium, kekerasan aluminium tanpa pelapisan 59,03 HV sedangkan aluminium yang dilapisi dengan krom kekerasannya 207,4VHN. Kekerasan ini dicapai pada voltase 4 volt dan waktu 40 menit.

Kata kunci: Elektroplating, krom, kekerasan dan keausan.

1. PENDAHULUAN

Coating (perlakuan permukaan) bertujuan mencegah terjadinya interaksi antara material dengan lingkungan atau material dengan material sehingga material tidak mudah terkena korosi dan tahan aus dan dapat meningkatkan umur pemakaian peralatan yang digunakan. Proses pelapisan pada permukaan logam dapat dilakukan dengan proses Elektro plating. Pelapisan permukaan dengan Elektroplating bertujuan untuk meningkatkan ketahanan terhadap korosi, meningkatkan tahan aus dan meningkatkan sifat dekoratif. Aluminium adalah salah satu logam yang

sering digunakan di Industri karena memiliki sifat-sifat yang menguntungkan diantaranya adalah : mudah didapat, ringan, kuat, tahan korosi, mempunyai sifat konduktor yang baik. Metodologi yang digunakan untuk melapisi aluminium dengan krom adalah Elektroplating. Sebelum logam aluminium dilapisi dengan krom direndam dahulu didalam larutan zink solution, yang bertujuan untuk menghilangkan lapisan oksida sehingga krom bisa melapisi logam aluminium. Pelapisan logam aluminium dengan memvariasikan voltase, temperatur dan waktu kemudian dilakukan pengujian-pengujian

seperti spectro meter, pengujian mikro struktur, uji kekerasan dan uji keausan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui adanya perubahan sifat mekanis terutama kekerasan dan keausan logam aluminium, setelah dilakukan perlakuan permukaan yaitu dengan elektroplating.

1.3 Tinjauan pustaka

I Ketut Suarsana (2008) melakukan penelitian tentang pengaruh waktu pelapisan nikel pada tembaga dalam pelapisan krom dekoratif. Logam pelapis yang digunakan nikel dan krom, spesimen yang digunakan tembaga dengan diameter 14 mm dan panjang 60 mm. Penelitian dilakukan dengan pelapisan pertama menggunakan voltase 5 volt, temperatur 60°C dan arus 50 amper. Variasi waktu: 5, 10, 15, 20, 25 menit dengan tiga kali pengulangan. Pelapisan kedua dengan menggunakan voltase 5 volt, temperatur 50°C dan arus 50 amper dengan waktu pencelupan 2 menit.

Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa waktu pelapisan nikel 5 menit hingga 25 menit mengalami peningkatan illuminasi cahaya yaitu: waktu 5 menit 3297,027 lux hingga 20 menit 8242,904 lux dan mengalami penurunan waktu pelapisan 25 menit 6868,862 lux. waktu pelapisan nikel 5 menit hingga 25 menit mengalami peningkatan ketebalan lapisan yaitu: waktu pelapisan nikel 5 menit 14,1 µm hingga 25 menit ketebalan lapisannya 55,77 µm. Helmi Alian (2010) melakukan penelitian tentang pengaruh tegangan pada proses elektroplating baja dengan pelapisan seng dan krom terhadap kekerasan dan laju korosi. Pengujian dilakukan dengan mempersiapkan 7 spesimen yang telah diukur dan ditimbang terlebih dahulu, kemudian enam spesimen dilakukan proses pelapisan dengan memvariasikan variabel voltase dan logam jenis pelapisnya yaitu seng dan krom, sedangkan satu spesimen dibiarkan tanpa diberi logam pelapis. Setelah proses pelapisan selesai dilakukan penimbangan dan pengukuran lanjutan untuk mengetahui tebal dan berat logam pelapis, Setelah itu dilakukan pengujian kekerasan dengan metode vickers dan dilanjutkan pengujian korosi dengan cara direndam dalam larutan yang menyerupai air laut selama 168 jam, setelah itu dilakukan penimbangan dan pengukuran akhir spesimen.

Dari hasil penelitian ini disimpulkan:

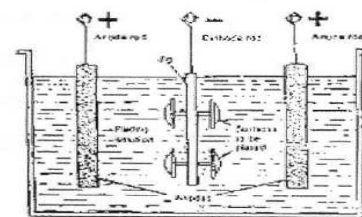
- Pelapis krom lebih baik dari pelapis seng dalam memproteksi laju korosi dalam lingkungan airlaut.
- Peningkatan kekerasan terbesar didapat pada tegangan listrik 12 volt, pada pelapisan krom kekerasan bertambah 6,95 VHN, pada pelapisan seng kekerasan bertambah 9,85 VHN

- Ketebalan lapisan maksimum dicapai pada tegangan 12 volt, pada pelapisan krom 0,047 mm, sedangkan pada pelapisan seng 0,013 mm.
- Laju korosi terkecil pada tegangan listrik 12 volt, pada pelapisan krom laju korosi 0,0173 mm/th, pada pelapisan seng 0,0573 mm/th.
- Laju korosi spesimen tanpa pelapis 3,5052 mm/th, jika dilapisi krom laju korosi menurun sebesar 2,9271 mm/th sampai 3,4879 mm/th, sedangkan pada pelapisan seng laju korosi menurun sebesar 2,6563 mm/th sampai 3,4479 mm/th.

2 LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian elektroplating

Elektroplating merupakan salah satu cara pelapisan permukaan logam yang berlangsung dalam larutan elektrolit. Logam yang akan dilapisi (substrat) berfungsi sebagai katoda sedangkan logam yang berfungsi sebagai pelapis substrat sebagai anoda. Arus searah (DC) dialirkan ke anoda dan katoda. Larutan elektrolit bisa berupa asam, basa, dan garam. Arus listrik akan mengalir melalui larutan elektrolit sehingga ion-ion dari anoda akan berpindah ke katoda, proses inilah yang disebut pelapisan dengan cara elektroplating untuk jelasnya lihat gambar dibawah ini.



Gambar 1. Skema Proses Electroplating

2.2 Arus listrik

Arus listrik yang digunakan arus bolak balik (AC) ataupun arus searah (DC), untuk elektroplating arus listrik yang biasa digunakan adalah arus searah. Arus searah ini dapat diperoleh dari baterai ataupun dari arus listrik AC yang disearahkan melalui rectifier. Hubungan arus dan potensial dinyatakan dalam persamaan :

$$I = \frac{E}{R} \dots \dots \dots (1)$$

dengan :

E = voltase (volt)

R = tahanan (ohm)

I = arus (amper)

2.3 Termodinamika Pelapisan dan Mekanisme Reaksi

Prinsip dasarnya pelapisan permukaan dengan arus listrik adalah penguraian ion-ion logam dalam elektrolit, energi potensial yang diberikan dari

rectifier akan mendukung gerakan ion-ion menuju elektroda. Pada anoda akan terjadi reaksi oksidasi yang disebut reaksi anodik, dan pada katoda terjadi reaksi katodik. Masing-masing ion-ion pada kedua reaksi tersebut kesetimbangan termal sesuai dengan reaksinya.



Potensial reversibel yang sesuai dengan persamaan Nerst

$$E\sigma = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln a_M^{2+} \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

$E\sigma$ = potensi reversibel elektroda (Volt)

E^0 = potensi elektroda standar (Volt)

R = konstanta (1,987 kal/molK)

T = temperatur (K)

n = valensi

F = konstanta Faraday (96500 coulomb)

a_M^{2+} = keaktifan ion logam

2.4 Hukum Faraday

Prinsip electroplating berdasarkan hukum Faraday yang menyebutkan bahwa masa yang dilepas ke larutan elektrolit proporsional terhadap besarnya arus yang lewat larutan elektrolit dan masa yang dilepas proporsional terhadap elektrochemical equivalent (ratio of atomic weight to valensi)

$$V = C \cdot I \cdot t \dots\dots\dots (3)$$

dengan:

V = volume masa yang dilepaskan (cm^3)

C = konstanta plating, tergantung pada electrochemical dan kerapatan ($cm^3 / A \cdot S$)

I = arus listrik (A)

t = waktu yang dibutuhkan (S)

3 METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

- Aluminium yang digunakan dalam proses electroplating adalah aluminium dengan kadar aluminium 99,3 %.(*Aluminium Assosiasi Number* :AAN 1035) sebagai substrat.
- Sumber arus listrik yang digunakan adalah arus searah melalui rectifier.
- Elektrolit yang digunakan adalah asam kromat.
- Zinkat (Sodium hydroxide 525 g/ litre; Zinc oxide 100 g/litre).
- Anoda yang digunakan adalah timah hitam.
- Natrium hidroksida 45 g /litre
- Aquades

3.2 Peralatan yang digunakan

- electroplating apparatus
- Mikroskop optik

- Mesin pengujian kekerasan mikro vickers
- Mesin uji keausan
- Mesin potong logam
- Stopword, Thermometer.

3.3 Parameter penelitian

- Aluminium dengan kadar aluminium murni 99,3% seri satu.
- Berdasarkan dari tinjauan pustaka variasi suhu yang digunakan adalah $40^{\circ}C$ sampai $80^{\circ}C$,variasi waktu 30 menit sampai 90 menit. Dalam penelitian ini variasi yang kami ambil adalah : Variasi suhu plating adalah : $50^{\circ}C$, variasi tegangan listrik adalah: 4, 4,5, 5 volt,variasi waktu : 40, 50, 60 menit.
- Rapat arus yang 16 A/dm² ,Asam kromat 250 g/l dan asam sulfat 2,5 g/l.
- Pengujian dilakukan terhadap spesimen tanpa pelapisan dan spesimen dengan pelapisan krom.

3.4 Tahapan Proses Electroplating

- Pembuatan spesimen.
Spesimen yang akan dilapisi mempunyai ukuran 80 X 20 X 2 (mm).
- Perlakuan awal pada spesimen
 - Membersihkan logam dari kotoran dengan cara melakukan pengamplasan pada permukaan logam aluminium dengan menggunakan amplas halus.
 - Degreasing* adalah membersihkan lemak atau minyak pada permukaan logam dengan menggunakan larutan masing-masing 25 g/liter natrium karbonat dan tresodium fosfat, larutan ini digunakan pada temperatur $60^{\circ}C$ hingga $80^{\circ}C$ selama 1 sampai 3 menit.
 - Pembilasan dengan aquadest
- Proses pelapisan
 - Proses zinkat.
Zinkat adalah suatu larutan yang dapat menghilangkan lapisan oksida pada aluminium, maka aluminium sebelum dilapisi harus dihilangkan lapisan oksidanya terlebih dahulu, dengan cara melapisi dengan zinkat.
 - Proses pelapisan krom.
Setelah proses pelapisan zinkat baru dilakukan proses pelapisan krom. Arus yang digunakan dalam pelapisan krom berdasarkan ASTM B253-79 berdasarkan luasan permukaan adalah 16 A/dm², sedangkan luas permukaan pada specimen 18 cm² maka arus yang digunakan dalam pelapisan 16 A/dm².

Chromium Electroplating Solution

Chromic acid, CrO₃ 250 g/litre

Sulfate, SO_4	2.50 g/litre
Temperatur	50°C
Current density	16 A/dm^2

3.5 Pengujian specimen

3.5.1 Pengujian Komposisi Specimen

Pengujian komposisi dilakukan untuk mengetahui kadar unsur yang terkandung dalam material. Pengujian komposisi pada specimen aluminium dengan metode spectrometer, sehingga dengan alat ini dapat mengetahui hasil prosentase kandungan yang terdapat pada material aluminium dengan cepat.

Dibawah ini gambar mesin uji Spectrometer.



Gambar 2 Mesin Spectrometer

3.5.2 Pengujian Mikro Struktur

Untuk mengetahui secara mikrostruktur adanya lapisan krom pada logam aluminium, dengan cara : dimonting ,diamplas ,dipoles dan dietsa dengan HF kemudian dilihat dengan mikroskop optik dengan pembesaran 20 X pada lensa obyektif.



Gambar 3 Mikroskop Optik

Tahapan proses Metalografi:

- Mempersiapkan specimen Proses
pemotongan sesuai dengan tujuan
- Mounting untuk specimen yang kecil dan sulit untuk dipegang dengan tangan lakukan dengan cara mounting .
- Proses penggerendaan, dilakukan dengan mesin gerinda, dengan menggunakan kertas amplas dari yang kasar ke yang halus.

- Proses pemolesan dilakukan dengan mesin poles, pastikan bekas ampelas hilang dari permukaan.
- Cuci dan keringkan dengan alat pengering
- Lakukan etching dengan hati-hati.
- Amati dengan mikroskop optik.

3.5.3 Pengujian keausan

Keausan adalah kehilangan material secara progresif pada permukaan benda akibat kontak dua permukaan yang bergerak relatif. Adapun jenis-jenis keausan yang dikenal secara umum adalah : Keausan gesek, keausan abrasif, keausan fretting, dan keausan erosi. Penelitian ini mengacu pada keausan abrasif ,yaitu interaksi antara benda uji yang digesekan pada disk yang berputar yang. Laju keausan dinyatakan berkurangnya masa atau volume benda uji setelah mengalami gesekan akibat kontak antara benda uji dengan disk yang berputar tiap satuan waktu. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung laju keausan adalah :

$$Ws = B bo^3 / 8 r Po lo \dots\dots\dots(4)$$

Dengan:

Ws = keausan spesifik ($\text{mm}^3/\text{kg}.\text{mm}$)

B = tebal *disc* pemutar(mm)

bo = lebar abrasi(mm)

r = jari-jari *disc* pemutar (mm)

Po = beban (kg)

Lo = jarak abrasi (mm)

3.5.4 Pengujian kekerasan

Kekerasan material adalah kemampuan suatu material terhadap penetrasi material lain. Nilai kekerasan suatu material dapat dinyatakan dalam beberapa skala kekerasan seperti Mohs (*Mohs hardness*), *Brinell hardness*, *Rockwell hardness*, *Knoop hardness* dan *Vickers hardness*. Sebagai contoh skala kekerasan Mohs (*Mohs hardness*) berurutan mulai dari lunak sampai keras dengan skala kekerasan 1 ~ 10. Pada penelitian ini, mengukur kekerasan specimen aluminium sebelum diproses pelapisan krom dan setelah diproses pelapisan krom dengan metoda pengujian mikro Vickers. Metoda pengujian kekerasan mikro Vickers, menggunakan penetrator *diamond pyramide* bersudut 136° . Pada penelitian ini beban (P) yang dipakai 10 gram . Skala kekerasan dapat dihitung dengan

rumus :

$$VHN = 1,854 P/ d^2 \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

P = beban penetrasi (kg)

d = panjang diagonal rata-rata (mm)



Gambar 4 Mesin uji kekerasan

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Komposisi Specimen

Tujuan pengujian komposisi dilakukan untuk mengetahui kadar unsur yang terkandung dalam material. Pengujian specimen aluminium yang kami lakukan adalah dengan metode spectrometer, dengan alat ini dapat diketahui dengan cepat hasil prosentase kandungan unsur paduan pada material. Hasil pengujian ini diperoleh: Si = 0,1097 %; Fe = 0,36852 %, Cu = 0,04901%; Mn = 0,0648 %; Mg = 0,03821 %; Zn = 0,00408 %; Ti = 0,137 %; Cr = 0,00182 %; Ni = 0,00474 %; Pb = 0,000888 %; Sn = 0,00351 %; Na = 0,00055 %; Sb = 0,00794 %; Al = 99,33 %

Berdasarkan data diatas spesifikasi specimen yang digunakan termasuk pada kelompok aluminium seri 1 yaitu aluminium murni AAN 1035, (sumber: Metals Handbook vol.2 ASM, Table 2 hal.17). Dibawah ini gambar mesin uji Spectrometer.



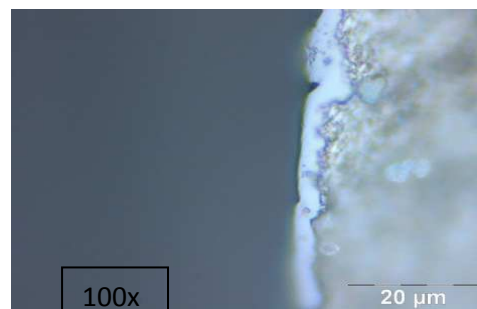
Gambar 5 Mesin Spectrometer

4.2 Analisa Struktur Mikro

Tabel 1 Hasil pengukuran tebal pelapisan

No	Tebal aluminium tanpa lapisan (mm)	Tebal aluminium dengan lapisan krom (mm)	Tebal lapisan krom (mm)
1	2,040	2,046	0,006
2	2,037	2,044	0,007
3	2,030	2,035	0,005
4	2,032	2,042	0,010
5	2,046	2,051	0,005
6	2,010	2,021	0,011
7	1,985	1,993	0,008
8	2,011	2,023	0,012
9	1,985	1,989	0,004

Data diatas dapat dijelaskan, tebal aluminium sebelum dilapis dan tebal aluminium setelah dilapis krom mengalami perubahan dimensi, sehingga dapat disimpulkan logam aluminium mengalami perubahan tebal setelah dilapis krom, perubahan tersebut akibat adanya pengendapan krom pada aluminium. Pengendapan krom tersebut dapat dilihat pada gambar struktur mikro dibawah ini gambar 6, dimana yang berwarna putih adalah lapisan krom. Gambar struktur mikro dapat menginformasikan bahwa logam aluminium dapat dilapis dengan krom.



Gambar 6 Aluminium dengan lapisan Cr

4.3 Pengujian Keausan

Pengujian keausan dilakukan dengan cara material uji ditekan dengan disc yang berputar sampai aus. Dimensi jejak keausan diukur menggunakan mikroskop daya rendah. Nilai keausan dihitung menggunakan rumus dari *Ogoshi High Speed Universal Wear* ditunjukkan pada persamaan (4.3)

$$W_s = B b o^3 / 8 r P o l o$$

dengan :

W_s = keausan spesifik (mm²/kg)

B = tebal disc pemutar (mm)

Bo = lebar abrasi (mm)

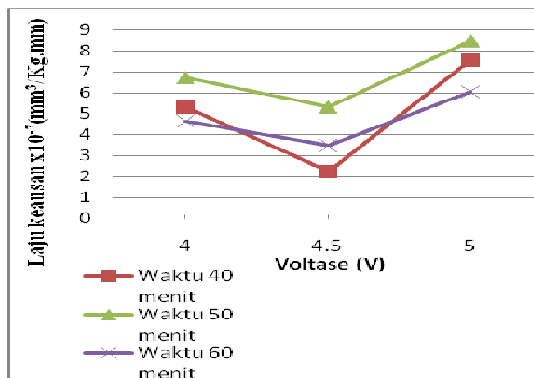
r = jari-jari *disc* pemutar (mm)
 P_o = beban (kg)
 L_o = jarak abrasi (mm)

Tabel 2 Data pengujian

N0	laju keausan (mm ³ /kg.mm)	Voltase (V)	Waktu (menit)	Tebal (μm)
1	$5,308 \cdot 10^{-7}$	4	40	4
2	$6,709 \cdot 10^{-7}$	4	50	5
3	$4,641 \cdot 10^{-7}$	4	60	7
4	$2,239 \cdot 10^{-7}$	4,5	40	6
5	$5,308 \cdot 10^{-7}$	4,5	50	10
6	$3,491 \cdot 10^{-7}$	4,5	60	12
7	$7,558 \cdot 10^{-7}$	5	40	5
8	$8,474 \cdot 10^{-7}$	5	50	8
9	$6,035 \cdot 10^{-7}$	5	60	11
Row material	$1,037 \cdot 10^{-6}$			

4.3.1 Hubungan laju keausan dengan Voltase

Hubungan antara laju keausan dengan voltase, dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

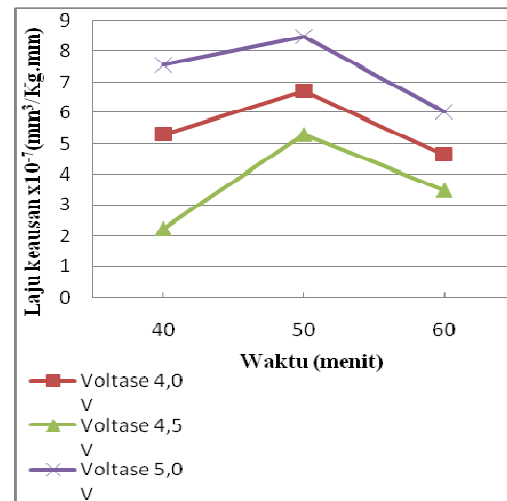


Gambar 7 Hubungan laju keausan dan voltase

Gambar 7 diatas dapat dijelaskan bahwa, ketiga gambar mempunyai kecenderungan yang sama dari nilai keausan besar kemudian menurun sampai minimum kemudian naik kembali. Besarnya laju keausan tidak tergantung besarnya voltase, gambar yang mempunyai nilai laju keausan yang paling rendah gambar yang berwarna merah dengan voltase 4,5 Volt nilai keausan $2,239 \cdot 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{kgmm}$ dan gambar yang mempunyai nilai keausan besar adalah gambar yang berwarna hijau dengan nilai keausan $8,474 \cdot 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{kgmm}$. Nilai keausan yang baik mempunyai nilai yang minimum, nilai keausan yang paling kecil terdapat pada voltase 4,5 Volt sebesar $2,239 \cdot 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{kgmm}$. Sedangkan nilai laju keausan aluminium yang tidak dilapisi krom adalah

sebesar $1,363 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$ maka dapat disimpulkan dengan adanya pelapisan krom dapat menurunkan laju keausan atau dengan kata lain dapat meningkatkan daya tahan keausan.

4.3.2 Hubungan laju keausan dengan waktu
 Hubungan antara laju keausan dengan waktu dapat dilihat pada gambar dibawah ini, seperti yang terlihat pada gambar 8 Hubungan laju keausan dengan waktu



Gambar 8 Hubungan laju keausan dan voltase

Gambar 8 diatas dapat dijelaskan bahwa, ketiga gambar mempunyai kecenderungan yang sama dari nilai keausan kecil kemudian naik sampai maksimum kemudian turun kembali, gambar yang mempunyai nilai laju keausan yang paling rendah gambar yang berwarna hijau dengan waktu 40 menit nilai keausan $2,239 \cdot 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{kgmm}$ dan gambar yang mempunyai nilai keausan besar adalah gambar yang berwarna biru dengan nilai keausan $8,474 \cdot 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{kgmm}$. nilai keausan yang baik nilai keausannya minimum, nilai keausan yang paling kecil terdapat pada waktu 40 menit sebesar $2,239 \cdot 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{kgmm}$. Sedangkan nilai laju keausan aluminium yang tidak dilapisi krom adalah sebesar $1,363 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$ maka dapat disimpulkan dengan adanya pelapisan krom dapat menurunkan laju keausan atau dengan kata lain dapat meningkatkan daya tahan keausan.

Kesimpulan ujikeausan, nilai keausan minimum $2,239 \cdot 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{kgmm}$ dicapai pada voltase 4,5 Volt dan waktu 40 menit. Pelapisan krom dapat menurunkan laju keausan dari $1,363 \cdot 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$ menjadi $2,239 \cdot 10^{-7} \text{ mm}^3/\text{kgmm}$.

4.4 Pengujian Kekerasan

Pengujian keratan dengan menggunakan mikro Vickers dengan merk Mitutoyo dengan kapasitas dari 10 gram sampai 1 kg, pada pengujian ini lamanya penetrasi 10 detik dengan beban yang digunakan 10 gram. Tujuan pengujian kekerasan ini adalah untuk

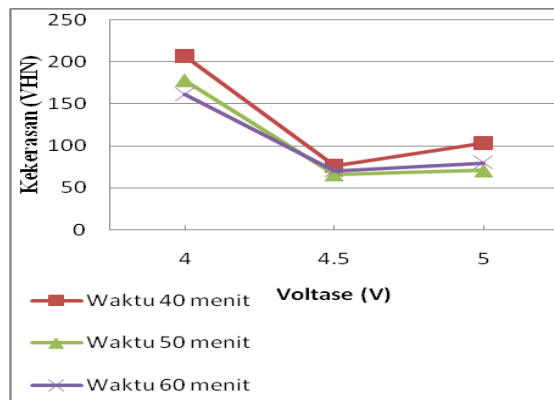
mengetahui apakah logam aluminium setelah dilapisi dengan krom dapat meningkatkan kekerasannya.

Tabel 4 Data pengujian

N0	Kekerasan (VHN)	Voltase (V)	Waktu (menit)	Tebal (μm)
1	207,4	4	40	4
2	161,66	4	50	5
3	178,06	4	60	7
4	76,2	4,5	40	6
5	66,23	4,5	50	12
6	70,6	4,5	60	10
7	103,4	5	40	5
8	71	5	50	8
9	80,3	5	60	11
row material	50,03			

4.4.1 Hubungan kekerasan dengan voltase

Hubungan antara kekerasan dengan voltase dapat dilihat pada gambar dibawah ini, seperti yang terlihat pada gambar 9 Hubungan kekerasan dengan voltase

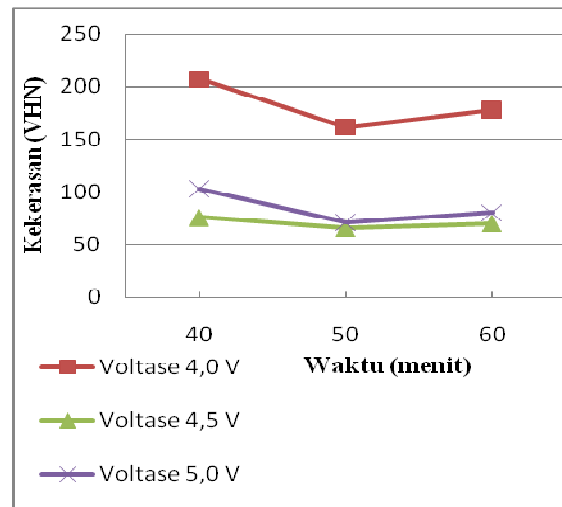


Gambar 9 Hubungan antara kekerasan voltase

Gambar 9 diatas dapat dijelaskan bahwa, ketiga gambar mempunyai kecenderungan yang sama dari nilai kekerasan besar kemudian menurun sampai minimum kemudian naik kembali. Besarnya kekerasan tidak tergantung besarnya voltase, gambar yang mempunyai nilai kekerasan yang paling tinggi gambar yang berwarna merah dengan voltase 4 Volt nilai kekerasannya 207,4 VHN dan gambar yang mempunyai nilai kekerasannya rendah adalah gambar yang berwarna hijau dengan nilai kekerasan 66,23 VHN. Nilai kekerasan yang baik mempunyai nilai kekerasan yang tinggi, nilai kekerasan yang tinggi dicapai pada 4 Volt.

4.4.2 Hubungan kekerasan dengan waktu

Hubungan antara kekerasan dengan voltase dapat dilihat pada gambar dibawah ini, seperti yang terlihat pada gambar 10 Hubungan kekerasan dengan voltase



Gambar 10 Hubungan antara kekerasan dengan voltase

Gambar 10 diatas dapat dijelaskan bahwa, ketiga gambar mempunyai kecenderungan yang sama dari nilai kekerasan besar kemudian menurun sampai minimum kemudian naik kembali kekerasan tidak tergantung voltase, gambar yang mempunyai nilai kekerasan yang paling tinggi gambar yang berwarna merah dengan waktu 40 menit nilai kekerasannya 207,4 VHN dan gambar yang mempunyai nilai kekerasan rendah adalah gambar yang berwarna hijau dengan nilai kekerasan 66,23 VHN dengan waktu 50 menit. Nilai kekerasan yang baik mempunyai nilai kekerasan yang tinggi, nilai kekerasan yang tinggi dicapai pada 4 Volt dengan waktu 40 menit.

Kesimpulan uji kekerasan, pelapisan krom pada aluminium dapat meningkatkan nilai kekerasan, nilai kekerasan terbesar 207,4 VHN dan dicapai pada, waktu 40 menit, dan voltase 4 volt. Lapisan krom dapat meningkatkan kekerasan logam aluminium dari 59,03 VHN menjadi 207,4 VHN.

5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan :

1. Logam aluminium dapat dilapisi dengan krom dengan cara sebelum dilapisi dengan krom diredam dalam larutan zincat
2. Lapisan krom dapat meningkatkan daya tahan keausan logam aluminium, keausan terkecil $2,239 \cdot 10^{-7} \text{ mm/kg}$.
3. Voltase optimum dicapai pada 4,5 volt.
4. Waktu optimum dicapai pada 40 menit.

5. Lapisan krom dapat meningkatkan kekerasan permukaan logam aluminium, kekerasan tertinggi dicapai 207,4 VHN
6. Voltase optimum dicapai pada 4 volt.
7. Waktu optimum dicapai pada 40 menit.

5.2 Saran

1. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mencari hasil yang lebih baik dan penelitian ini belum lazim dilakukan.
2. Ada beberapa jenis larutan zinkat, untuk penelitian lanjutan gunakan larutan zinkat yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ana Sayfa, 2006. ASM International, *Metals Handbook Vol..2, Mechanical Engineering Dictionary*.
- [2] Alian, H., 2010, Pengaruh tegangan pada proses elektroplating baja dengan pelapisan seng dan krom terhadap kekerasan dan laju korosi,
- [3] Callister, W.D., 2001, "*Fundamentals of Materials Science and Engineering*", Butterworth Heinemann, Elephan Edition, Oxford
- [4] Gabe, H.R., 1978, *Principles of Metal Surface Treatment and Protection*; 2nd edition. Pergamon Press, London.
- [5] Grainger, S., 1989, *Engineering Coatings*, 1st Edition, England.
- [6] Lowenheim, F.A., 1981, *Electroplating Fundamental of Surface Finishing*, University of Minnesota, USA, Buuterworth & Co Ltd.
- [7] Nasution, S., 1995, *Buku Petunjuk Membuat Disertasi, Thesis, Skripsi, Report, Paper*, Pradnya Paramita, Jakarta
- [8] Suarsana, I.K., 2008, Pengaruh waktu pelapisan nikel pada tembaga dalam pelapisan krom dekoratif terhadap kecerahan dan ketebalan lapisan, *Jurnal Ilmiah Teknik mesin CAKRAM*, Vol 2, No.1, juni 2008, 48-60