

Pengaruh Tegangan Listrik Dan Waktu Pada Krom Plating Terhadap Keausan Pada Hasil Produk Pengecoran Aluminium Scrap

¹Petrus K. Meol, ¹Erick U. K. Maliwemu, ¹Wenseslaus Bunganaen., ¹Yeremias M. Pell.,
¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. AdiSucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597
Email : peter.meol@gmail.com

Abstrak

Saat ini penggunaan bahan untuk pembuatan suku cadang sepeda motor telah berkembang, antara lain adalah paduan aluminium. Sifat paduan aluminium adalah ringan, mudah dibentuk, mudah dikerjakan dengan mesin, konduktivitas panas dan listrik yang tinggi, tidak beracun dan tidak bersifat magnetik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh tegangan listrik dan waktu pada krom *plating* terhadap keausan produk pengecoran aluminium scrap. Bahan yang dipakai untuk proses pengecoran adalah velg kendaraan bermotor dari bahan aluminium dengan menggunakan metode pengecoran gravitasi. Ukuran spesimen 30 mm x 30 mm x 10 mm. Selanjutnya, spesimen diberi pelapisan krom dengan tegangan listrik yang digunakan adalah 5, 7,5 dan 9 volt dan lama waktu 5, 10, dan, 15 detik. Pengujian keausan dilakukan sesudah spesimen dilapisi krom dengan menggunakan metode pengujian keausan *ogoshi* dan seterusnya dilakukan analisis data. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan adanya penurunan nilai keausan pelapisan krom. Nilai keausan pelapisan krom *plating* pada waktu 5, 10 dan 15 detik dengan tegangan 5 volt adalah 7,859E-07 mm²/kg, 4,366E-07 mm²/kg, 2,490E-07 mm²/kg, tegangan 7,5 volt sebesar 4,882E-07 mm²/kg, 2,525E-07 mm²/kg, 2,248E-07 mm²/kg, dan tegangan 9 volt sebesar 3,394E-07 mm²/kg, 2,213E-07 mm²/kg, 2,250E-07 mm²/kg. Nilai keausan tertinggi pada tegangan 5 volt dan 5 detik, nilai keausan terendah pada tegangan 9 volt 15 detik.

Kata kunci : Aluminium scrap, krom plating, tegangan, waktu, keausan

Abstract

Currently use of materials to manufacture spare parts of motorcycle has progress among others is aluminum alloy. Alloy properties aluminum is lenient, be formed, easy to work with machines, thermal and electrical conductivity is high, and is not magnetic. The purpose of this study was to determine the effect of electric voltage and time on chrome plating toward wear product casting aluminum scrap. For the materials used casting process is a motor vehicle wheels made of aluminum material with gravity casting process. The sample size of 30 mm x 30 mm x 10 mm. Subsequently, the samples were chrome plating is used with a power supply voltage, 5, 7.5 and 9 volts, and a long period of 5, 10 and 15 seconds. Tests after the wear of the samples coated with chrome testing using Ogoshi wear and so also the data analysis is performed. Show on basis of the test results, a decrease in the value of chrome wear with increasing electrical voltage and time. Values wear coating chrome plating at time 5, 10 and 15 seconds with voltage 5 volt is 7,859-07 mm²/kg, 4,366E-07 mm²/kg, 2,490E-07 mm²/kg, voltage 7,5 volt in the amount of 4,882E-07 mm²/kg, 2,525E-07 mm²/kg, 2,248E-07 mm²/kg, and voltage 9 volt in the amount of 3,394E-07 mm²/kg, 2,213E-07 mm²/kg, 2,250E-07 mm²/kg. The highest wear value at 5 volts with 5 seconds and the lowest wear value at 9 volts 15 seconds.

Keywords: Aluminum scrap, chrome plating, voltage, time, wear

PENDAHULUAN

Saat ini penggunaan bahan untuk pembuatan suku cadang sepeda motor telah berkembang, diantaranya adalah paduan aluminium. Sifat paduan material aluminium

adalah ringan, mudah dibentuk, mudah dikerjakan dengan mesin, konduktivitas panas dan listrik yang tinggi, dan tidak bersifat magnetik. Paduan aluminium merupakan bahan aluminium murni yang dipadu dengan logam-logam lainnya seperti tembaga, magnesium, silikon, mangan dan seng. Tujuan paduan antara

lain untuk meningkatkan kekuatan aluminium. Paduan aluminium dengan unsur paduan utama silikon dan magnesium sering digunakan pada suku cadang sepeda motor seperti blok mesin, piston, dan *velg castwheel*. Proses elektroplating atau proses lapis listrik merupakan sebuah proses pengerjaan akhir yang dibuat dengan cara mengalirkan arus listrik melalui larutan antara logam atau material lain yang konduktif. Proses electroplating ini bertujuan untuk menaikkan kembali sifat mekanik serta memperindah tampilan dari aluminium *scrap* tersebut.

KAJIAN PUSTAKA

Sutrisno., 2013. melakukan penelitian tentang pengaruh variasi waktu baja karbon rendah terhadap struktur mikro, nilai kekerasan, laju korosi dan nilai keausan spesifik. Berdasarkan hasil penelitiannya menunjukkan bahwa Hard Chromium plating akan meningkatkan nilai kekerasan, menurunkan laju korosi dan juga menurunkan nilai keausan spesifik pada baja karbon rendah (AISI 1008). Nilai kekerasan akan semakin meningkat dengan bertambahnya waktu proses hard chrome. Nilai kekerasan tertinggi pada waktu 60 menit yaitu 562 VHN. Laju korosi mengalami penurunan dengan bertambahnya waktu proses hard chrome, laju korosi terendah pada waktu 60 menit yaitu 0,989 mm/year. Nilai keausan spesifik mengalami penurunan dengan bertambahnya waktu proses hard chrome, nilai keausan spesifik terendah pada waktu 60 menit yaitu 2,925.104 mm²/kg.

Raharjo., 2010. Melakukan penelitian tentang pengaruh variasi tegangan listrik dan waktu proses pelapisan listrik terhadap sifat mekanis dan struktur mikro baja karbon rendah dengan krom. Berdasarkan hasil penelitiannya dapat disimpulkan bahwa tebal lapisan krom keras dan kekerasan akan naik seiring dengan naiknya tegangan listrik dan waktu pada proses pelapisan listrik

Faisal Daniar., dkk. Melakukan penelitian tentang pengaruh tegangan listrik dan treatment annealing pada proses anodising terhadap ketahanan aus aluminium 6061 hasil penelitiannya adalah diketahui bahwa

penambahan treatment annealing memang berpengaruh signifikan untuk meningkatkan ketahanan aus dari material yang dilapisi dalam hal ini adalah aluminium. Annealing adalah proses perlakuan panas pada temperatur rendah, perubahan dari treatment yang dilakukan menyebabkan perubahan yang cukup berarti dalam struktur mikro.

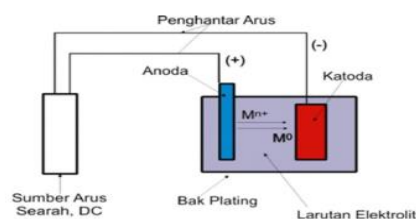
Pelapisan Listrik

Teori pelapisan listrik

Pelapisan listrik adalah suatu proses pengendapan zat pada elektroda (katoda) secara elektrolisa karena adanya ion-ion bermuatan listrik berpindah dari suatu elektroda melalui elektrolit yang mana hasil dan elektrolisis tersebut akan mengendap pada katoda. Prinsip dasar dari proses pelapisan listrik berpedoman atau berdasarkan Hukum Faraday yang menyatakan :

- Jumlah unsur-unsur yang terbentuk dan terbebas pada elektroda selama elektrolisa, sebanding dengan jumlah arus listrik yang mengalir dalam larutan elektrolit.
- Jumlah unsur-unsur yang dihasilkan oleh arus listrik yang sama selama elektrolisa, sebanding dengan berat ekivalen masing-masing zat tersebut.

Skema proses pelapisan listrik dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 1 Skema proses pelapisan listrik

(Sumber : Purwanto & Huda, 2005)

Sumber arus listrik searah dihubungkan dengan dua buah elektroda yaitu elektroda yang dihubungkan dengan kutub negatif (katoda) dan elektroda positif (anoda).

Tegangan merupakan salah satu faktor penting dalam plapisan listrik karena karena adanya tegangan listrik (beda potensial) antara elektroda menyebabkan ion-ion dalam sistim

bergerak ke elektroda. Agar terjadi proses elektrolisis, diperlukan potensial listrik sekurang-kurangnya sama dengan potensial standar dari ion yang akan direduksi.

Hubungan antara beda potensial dan arus listrik yang dirumuskan melalui hukum Ohm (Raharjo, 2010) yaitu :

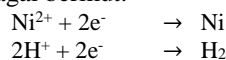
$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

Dimana tegangan listrik, V (volt), kuat arus listrik, I (ampere) dan tahanan, R (ohm)

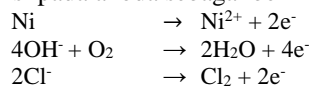
Pelapisan nikel

Dalam proses elektrolisa nikel terjadi reaksi pada katoda, yaitu proses reduksi dari ion nikel dengan bantuan elektron-elektron yang berasal dari sumber arus searah.

- Reaksi reduksi yang terjadi pada katoda sebagai berikut:



- Reaksi pada anoda sebagai berikut:



Pengecoran Logam

Pengecoran logam adalah menuangkan secara langsung logam cair kedalam cetakan”. Sedangkan coran itu sendiri adalah “logam yang dicairkan, dituang kedalam cetakan, kemudian didinginkan dan membeku” (Surdia dan Chijiwiwa, 1976 dalam Setyawan, 2006).

Velg



Gambar 2. Velg

Sumber. Dok. Penelitian, 2015

Velg adalah komponen utama dalam sebuah kendaraan yang menerima tegangan dan beban yang cukup tinggi akibat berat dari

kendaraan dan impact dari permukaan jalan.

Pelapisan Krom

Krom atau *chromium* (Cr) adalah logam non-ferro yang dalam tabel periodik unsur termasuk dalam group IVB dan lebih mulia dari besi. Logam dengan nomor atom 24 ini memiliki berat atom 51,9961 gr/mol dengan struktur atom BCC (*Body Centered Cubic*), berat jenis bernilai 7,15 gr/cm³. Titik cair bernilai 1907°C, titik didih bernilai 2671°C dengan koefisien muai panas 6,20 in/°C. Daya hantar panas adalah 38,5 Cal/m jam dengan reflektivitas cukup baik.

Proses pelapisan *chromium* mulai dikenal secara luas pada industri logam sebagai lapisan lindung atau pengerjaan permukaan pada tahun 1930 dan merupakan lapisan yang mempunyai sifat yang keras, warna putih kebiru-biruan, dan tahan terhadap efek kekusaman yang tinggi.

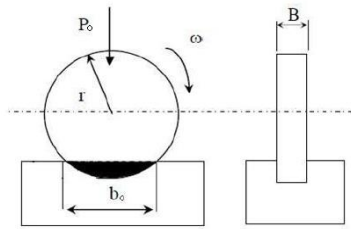
Pengujian keausan material

Keausan umumnya didefinisikan sebagai kehilangan material secara progresif akibat adanya gesekan antar permukaan padat atau pemindahan sejumlah material dari suatu permukaan sebagai suatu hasil pergerakan relatif antara permukaan tersebut dan permukaan lainnya (Yuwono, 2008). Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode pengujian dan teknik, yang semua bertujuan mensimulasikan kondisi keausan aktual diantaranya yaitu metode *ogoshi*. Besarnya jejak permukaan dari material tergesek itulah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material. Semakin besar dan dalam jejak keausan, maka semakin tinggi volume material yang terkelupas dari benda uji. Ilustrasi skematis dari kontak permukaan antara *revolving disc* dan benda uji dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.

Maka dapat diturunkan nilai keausan spesifik W_s sebagai berikut :

$$W_s = \frac{B \cdot b^3}{8r \times P_0 \times l_0} \quad (2)$$

$$l_0 = V \times t \quad (3)$$



Gambar 3. metode pengujian keausan *Ogoshi*

Sumber : (*Manual Instruction Ogoshi high Speed Universal Wear Testing Machine*)

Keterangan :

W_s : Harga keausan spesifik (mm^2/kg)

P_0 : beban (kg)

r : jari-jari revolving disk (mm)

B : tebal revolving disk

b^3 : kedalaman bekas injakan

l_0 : Jarak luncur (mm)

V : Kecepatan (m/s)

t : Waktu pengujian (s)

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan melakukan percobaan terhadap objek bahan penelitian serta adanya kontrol, dimana mempunyai tujuan untuk menyelidiki dan mencari nilai keausan.

Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Variabel bebas merupakan variabel atau faktor yang dibuat bebas dan bervariasi, dalam penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah tegangan dan waktu pada proses krom *plating*.
- Variabel terikat merupakan variabel atau faktor yang muncul akibat adanya variabel bebas, dalam penelitian ini yang merupakan variabel bebas adalah keausan pada pengecoran aluminium skrap pada proses krom *plating*.

Alat Penelitian

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan untuk pengecoran spesimen meliputi:

- Velg bekas
 - Oven pemanas type *Thermo Scientific*
 - Kowi
 - Cetakan logam,
- Alat dan bahan pendukung untuk pengecoran spesimen meliputi:
- Gerinda listrik
 - Gergaji tangan,
 - Bor listrik,
 - Jangka sorong,
 - Tang dan sarung,
 - Plat besi dan alat las,
 - Timbangan digital
 - *Stopwatch*,
 - Kikir dan amplas.

Alat dan bahan pelapisan nikel-krom meliputi:

- Larutan elektrolit,
- *Rectifier*,
- *Heater*,
- Bak pelapisan,
- Bak pembersih,
- Rak benda kerja,
- Deterjen,
- *Stopwatch*

Alat ukur yang digunakan adalah *Surfcom 120 A*

Spesimen Uji keausan

Spesimen dicor dengan ukuran 30 mm x 30 mm x 10 mm.

Prosedur Penelitian

Prosedur proses pengecoran

- Velg dipotong ± 3 cm dan ditimbang beratnya untuk dimasukkan ke dalam kowi.
- Hidupkan oven pemanas dan masukan kowi yang berisi potongan aluminium kedalam oven pemanas untuk dipanaskan.
- Ketika suhu sudah mencapai 700°C , hidupkan *stopwatch* untuk melihat waktu tahan sampai aluminium melebur secara merata.
- Setelah aluminium melebur secara merata, kemudian gunakan tang penjepit untuk mengangkat kowi yang berisi aluminium cair

tersebut untuk dituang kedalam cetakan.

- Biarkan logam aluminium cair membeku dalam cetakan, selanjutnya dilakukan pembongkaran spesimen.
- Melakukan pembentukan spesimen dengan gergaji besi, gurinda listrik, kikir, kertas pasir, dan mistar siku.

Prosedur pelapisan krom

- Pembersihan spesimen dengan deterjen, kemudian spesimen dibilas menggunakan air.
- Sebelum dilakukan pelapisan krom, terlebih dahulu memanaskan larutan krom dengan heater sampai suhu 50°C.
- Sebelum pelapisan krom, spesimen dilapisi dengan nikel sebagai lapisan dasar yang berfungsi sebagai pengikat antara aluminium dengan krom
- Memasukan spesimen dalam larutan krom dengan variasi tegangan 5, 7.5, 9 volt dan waktu 5, 10, 15 detik
- Mengangkat spesimen ketika waktu sudah mencapai 5, 10, dan 15 detik yang merupakan variasi waktu dalam penelitian ini dengan besar tegangan yang dipakai 5, 7,5 dan 9 volt
- Setelah selesai proses pelapisan krom maka akan dilakukan proses pengerjaan akhir meliputi pembersihan spesimen dengan air bersih dalam bak pembersih, lalu diikuti dengan proses pembilasan dan pengeringan.
- Persiapan spesimen untuk melakukan pengujian.

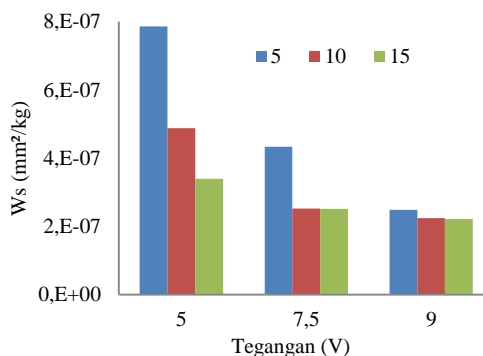
Prosedur pengujian spesimen

- Masukan spesimen kedalam penjepit spesimen pada alat uji keausan *Ogoshi high speed universal wear testing machine*
- Mengatur jarak tiap titik spesimen pada alat uji keausan
- Menyetel *stop watch*
- Menghidupkan mesin uji keausan bersamaan dengan *stop watch*
- Setelah waku menunjukkan 15 detik, matikan mesin uji keausan
- Mengeluarkan spesimen uji dan lakukan pengujian dititik berikut
- Mengulangi langkah (1) sampai langkah (6) sampai semua spesimen teruji
- Langkah yang berikutnya adalah mengukur

luas goresan menggunakan mikroskop optik.

PEMBAHASAN

Pengaruh tegangan terhadap nilai keausan krom plating



Gambar 4. Grafik pengaruh tegangan terhadap nilai keausan krom plating

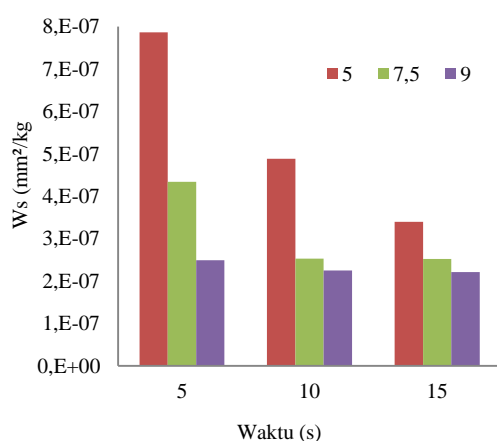
Nilai keausan krom *plating* pada tegangan 5 volt dengan waktu 5, 10 dan 15 detik yaitu 7,859E-07 mm²/kg, 4,336E-07 mm²/kg, 2,490E-07 mm²/kg. Nilai keausan krom *plating* pada tegangan 7,5 volt dengan waktu 5, 10 dan 15 detik yaitu 4,882E-07 mm²/kg, 2,525E-07 mm²/kg, 2,248E-07 mm²/kg. Nilai keausan krom *plating* pada tegangan 9 volt dengan waktu 5, 10 dan 15 detik yaitu 3,394E-07 mm²/kg, 2,520E-07 mm²/kg, 2,213E-07 mm²/kg. Nilai keausan tertinggi ada pada tegangan 5 volt dengan lama waktu proses pencelupan 5 detik yaitu 7,859E-07 mm²/kg sedangkan nilai keausan terendah ada pada tegangan 9 volt dengan lama waktu pencelupan 15 detik yaitu 2,213E-07 mm²/kg.

Pengaruh waktu terhadap nilai keausan krom plating

Dari grafik data hasil perhitungan nilai keausan krom *plating*, seperti terlihat pada Gambar 4 menunjukkan adanya penurunan nilai keausan krom *plating* seiring dengan meningkatnya waktu pelapisan. Nilai keausan krom *plating* pada waktu 5 detik dengan tegangan 5, 7,5 dan 9 volt yaitu, 7,859E-07

mm²/kg, 4,882E-07 mm²/kg, 3,394E-07 mm²/kg. Nilai keausan krom *plating* pada waktu 10 detik dengan tegangan 5, 7,5 dan 9 volt yaitu 4,336E-07 mm²/kg, 2,525E-07 mm²/kg, 2,520E-07 mm²/kg. Nilai keausan krom *plating* pada waktu 15 detik dengan tegangan 5, 7,5 dan 9 volt yaitu 2,490E-07 mm²/kg, 2,248E-07 mm²/kg, 2,213E-07 mm²/kg. Nilai keausan tertinggi ada pada waktu 5 detik dengan 5 volt yaitu 7,859E-07 mm²/kg. Nilai keausan terendah ada pada waktu 15 detik dengan tegangan 2,213E-07 mm²/kg,

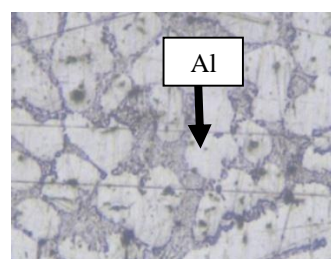
Hasil demikian diketahui bahwa pelapisan krom memang berpengaruh untuk meningkatkan ketahanan aus dari material yang dilapisi dalam hal ini adalah aluminium. Sedangkan pengaruh dari tegangan listrik sendiri adalah semakin tinggi tegangan listrik pada proses pelapisan aluminium maka semakin banyak unsur dari Cr yang merekat pada aluminium, hal ini disebabkan akibat perbedaan tegangan yang tinggi akan menyebabkan energi untuk mengeksitasi elektron dari krom ke aluminium akan semakin besar. Dari hasil pengamatan dan analisa data pada material aluminium yang telah mengalami proses *electroplating* menunjukkan bahwa semakin besar tegangan dan lama penambahan waktu pada proses pencelupan maka keausan permukaan akan semakin rendah.



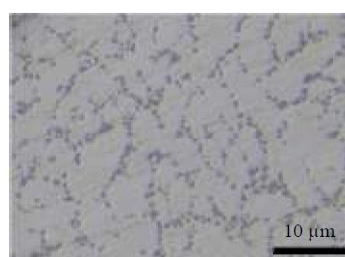
Gambar 5. Grafik Pengaruh waktu terhadap nilai keausan krom *plating*

Struktur Mikro

Struktur mikro raw material



(a)



(b)

Gambar 6. Struktur mikro paduan Al-Si-Mg

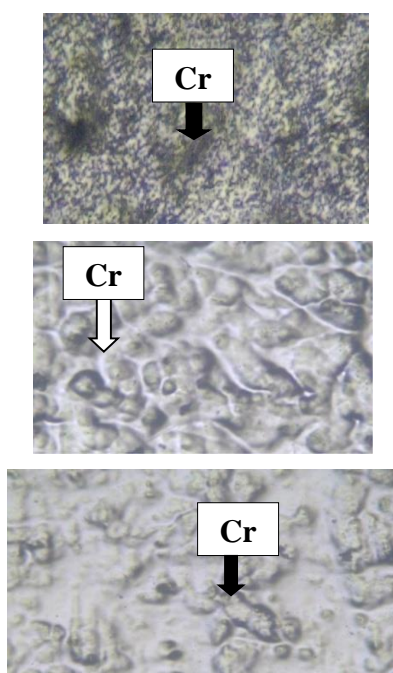
Dari Gambar 6.a merupakan hasil dari pengujian struktur mikro permukaan material aluminium scrap. Dimana pada struktur mikro raw material material unsur paduan ditandai dengan warna putih, unsur paduan terdiri dari unsur aluminium (Al) dengan unsur elemen lainnya seperti magnesium, mangan, besi. Sedangkan unsur silikon ditandai dengan warna goresan hitam. Pada gambar tersebut terlihat bahwa struktur mikro hasil pengecoran aluminium scrap, unsur silikon (Si) tersebar tidak merata dan didominasi oleh aluminium (Al). Dari Gambar 6.a. struktur mikro raw material coran yang terbentuk pada pengecoran ulang velg bekas unsur Si tersebar tidak merata dan didominasi oleh Al. Pengelompokan presipitat sangat terlihat jelas membentuk suatu segregasi yang menyebabkan tingginya nilai keausan hasil pengecoran material velg bekas, dimana bentuk serta ukuran partikel Si sangat berpengaruh terhadap kekuatan mekanik dari paduan Al-Si. Sedangkan pada Gambar 6.b. di atas dapat terlihat struktur mikro hasil coran yang terbentuk adalah fasa α aluminium serta partikel Si. Fasa α aluminium berwarna putih

terang sedangkan partikel Si berupa garis-garis dengan warna gelap. Hal ini sesuai dengan struktur yang terbentuk pada paduan Al-Si *hypo-eutectic*.

Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengecoran ulang material velg bekas tidak dapat digunakan secara langsung sebagai material velg tanpa adanya upaya memperbaiki sifat mekanik dengan cara krom.

Struktur mikro krom plating

Pengamatan struktur mikro krom *plating* material dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 7. Struktur mikro krom *plating*, a) Pelapisan krom dengan tegangan 4 Volt, waktu 15 detik pembesaran 50x; b) Pelapisan krom dengan tegangan 7.5 Volt, waktu 15 detik pembesaran 50x; c) Pelapisan krom dengan tegangan 9 Volt, waktu 15 detik pembesaran 50x

Struktur mikro krom *plating* menunjukkan struktur mikro dari material aluminium yang dilapisi krom, dimana lapisan krom ditandai dengan warna hitam. Pada tegangan 5 volt untuk semua variasi waktu unsur krom belum terlalu mendominasi, sehingga jumlah partikel atom krom yang melapisi permukaan material tidak rapat dan merata, sedangkan pada

tegangan 7,5 dan 9 volt susunan partikel atom sudah mendominasi permukaan material yang dilapisi, hal ini terlihat bahwa adanya partikel atom krom yang sudah terbentuk rapat dan merata.

KESIMPULAN

- Nilai keausan krom *plating* pada tegangan 5 volt dengan waktu 5, 10 dan 15 detik yaitu $7,859E-07$ mm²/kg, $4,336E-07$ mm²/kg, $2,490E-07$ mm²/kg, 7,5 volt dengan waktu 5, 10 dan 15 detik yaitu $4,882E-07$ mm²/kg, $2,525E-07$ mm²/kg, $2,248E-07$ mm²/kg, dan nilai keausan krom *plating* pada tegangan 9 volt dengan waktu 5, 10 dan 15 detik yaitu $3,394E-07$ mm²/kg, $2,520E-07$ mm²/kg, $2,213E-07$ mm²/kg. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa nilai keausan menurun seiring dengan meningkatnya tegangan listrik.
- Nilai keausan krom *plating* pada waktu 5 detik dengan tegangan 5, 7,5 dan 9 volt yaitu $7,859E-07$ mm²/kg, $4,882E-07$ mm²/kg, $3,394E-07$ mm²/kg, *plating* pada waktu 10 detik dengan tegangan 5, 7,5 dan 9 volt yaitu $4,336E-07$ mm²/kg, $2,525E-07$ mm²/kg, $2,520E-07$ mm²/kg, dan nilai keausan krom *plating* pada waktu 15 detik dengan tegangan 5, 7,5 dan 9 volt yaitu $2,490E-07$ mm²/kg, $2,248E-07$ mm²/kg, $2,213E-07$ mm²/kg. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa adanya penurunan nilai keausan pelapisan krom seiring dengan meningkatnya waktu pelapisan.

SARAN

Untuk lebih mengembangkan penelitian yang berhubungan dengan elektroplating pada proses pelapisan menggunakan proses elektroplating, penulis memberikan saran :

- Penulis menyarankan supaya dilakukan penelitian lebih lanjut pelapisan krom *plating* dengan memvariasikan variabel-variabel bebas lainnya.
- Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya jumlah titik uji pada spesimen ditambah agar data yang diperoleh lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Rasyad dan Budiarto., 2011, Pengaruh Waktu Elektroplating dan Powder Coating NiCr Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon SPCC-SD. ROTASI – Vol. 13, No. 1, Januari 2011: 17-23
- [2] Feliks Tahu., 2015 Pengaruh Tegangan Listrik dan Waktu Terhadap Kekerasan Mikro Pelapisan Nikel-Krom Pada Produk Pengecoran Aluminium Bekas (Scrap). LONTAR Jurnal Teknik Mesin, Vol. 00, No. 00, April 2013
- [3] Iswanto., Shomad., 2014, Peningkatan umur fatik paduan A356.0 untuk aplikasi velg sepeda motor dengan metode centrifugal casting putaran tinggi, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST), ISSN: 1979-911X, Yogyakarta, 15 November 2014, Hal 65-70.
- [4] Maliwemu, E.U.K., 2012, “Struktur mikro dan kekuatan tarik aluminium scrap dengan heat treatment T6 pada proses centrifugal casting”, Seminar Nasional Sains dan Teknik 2012 (SAINSTEK 2012) Kupang, 13 Nopember 2012
- [5] Mulyaningsih., Iswanto., Soekrisno., 2012, Pengaruh waktu elektroplating nikel-krom terhadap kekerasan baja stainless steel AISI 304, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III, ISSN: 1979-11X, Yogyakarta, 3 november 2012, Hal 360-366.
- [6] Masyrukan., “Analisis sifat fisis dan sifat mekanik aluminium (Al) paduan daur ulang dengan menggunakan cetakan logam dan cetakan logam pasir”. MEDIA MESIN, Vol. 11, No. 1, Januari 2010, 1 – 7 ISSN 1411-4348
- [7] Manual Instruction Ogoshi High Speed Universal Wear Testing Machine
- [8] Raharjo., 2010, Pengaruh variasi tegangan listrik dan waktu proses elektroplating terhadap sifat mekanis dan struktur mikro baja karbon rendah dengan krom, Prosiding Seminar Nasional Unimus 2010.
- [9] Roziqin., Purwanto., Syafa'at., 2012, Pengaruh model sistem saluran pada proses pengecoran aluminium daur ulang terhadap struktur mikro dan kekerasan coran pulli diameter 76 mm dengan cetakan pasir, Momentum, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang, Vol. 8, No. 1, April 2012, Hal 33-39.
- [10] Surdia., Chijjiwa., 1982, Teknik pengecoran logam, PT Pradnya Paramita Jakarta.
- [11] Sugiyarta., Bayuseno., Nugroho., 2012, Pengaruh konsentrasi larutan dan kuat arus terhadap ketebalan pada proses pelapisan nikel untuk baja karbon rendah, Rotasi – Vol. 14, No. 4, Oktober 2012, Hal 23–27
- [12] Sutrisno 2013, Pengaruh variasi waktu baja karbon rendah terhadap struktur mikro, nilai kekerasan, laju korosi dan nilai keausan spesifik. POLITEKNOSAINS VOL. XII NO. 2
- [13] Setyo, dkk, 2012, “ Pengaruh kuat arus pada pelapisan Nikel – Chrom plating terhadap sifat fisis dan mekanis permukaan Baja AISI 410”. Prosiding SNST ke – 3 tahun 2012, Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- [14] Tri Subangga.,” Pengaruh variasi anoda dan waktu pelapisan elektroplating terhadap laju keausan griding ball”. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.