

Pengaruh Tegangan Listrik dan Waktu Terhadap Kekerasan Mikro Pelapisan Nikel-Krom Pada Produk Pengecoran Aluminium Bekas (*Scrap*)

¹Feliks Tahu, ¹Erich U.K. Maliwemu, ¹Ishak S. Limbong

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik

Universitas Nusa Cendana

Jln. Adisucipto – Penfui Kupang NTT, 85222

Email: erich.undana@yahoo.com

Abstrak

Velg merupakan komponen kendaraan yang saat digunakan mengalami beban dinamis bahkan mengalami beban kejut. Walaupun, saat ini banyak industri lokal pengecoran ulang velg bekas, tetapi produk yang dihasilkan memiliki kekerasan yang rendah sehingga perlu dilakukan pengerjaan akhir dengan cara elektrolisa menggunakan nikel-krom. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh tegangan listrik dan waktu terhadap kekerasan pelapisan nikel-krom pada produk pengecoran aluminium bekas. Pada pelapisan nikel-krom digunakan tegangan listrik 5, 7,5, 9 volt dan waktu 5, 10, 15 detik. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan nilai kekerasan pelapisan nikel-krom seiring dengan meningkatnya tegangan listrik dan waktu. Pada tegangan listrik 5 volt sebesar 11,21% - 16,61%, tegangan listrik 7,5 volt sebesar 21,83% - 26,49%, dan tegangan listrik 9 volt sebesar 10,74% - 14,39%. Pada waktu 5 detik sebesar 25,19% - 101,94%, waktu 10 detik sebesar 37,14% - 101,11% dan waktu 15 detik sebesar 35,79% - 98,1%. Dari hasil tersebut menunjukkan nilai kekerasan pada tegangan listrik 5 dan 7,5 volt dengan waktu 5, 10, 15 detik, serta pada tegangan listrik 9 volt dengan waktu 5 detik masih dalam daerah kekerasan nikel sedangkan pada tegangan listrik 9 volt dengan waktu 10 dan 15 detik sudah dalam daerah kekerasan krom.

Kata kunci: Pengecoran ulang, velg bekas, pelapisan nikel-krom, tegangan listrik, kekerasan.

Abstract

Wheels is a component to vehicle when used will experience dynamic load even experiencing shock loads. Although, today many local industries remelting wheels scrap, but the resulting product has a low hardness. The purpose of this study was to determine the effect of electrical voltage and time on micro hardness nickel-chrome plating of the product casting aluminum scrap. In the nickel-chrome plating used electrical voltage 5, 7,5, 9 volt and time 5, 10, 15 seconds. Based on test results showed an increase in the hardness value of nickel-chrome plating with increasing electrical voltage and time. On the electrical voltage 5 volts of 11.21% - 16.61%, electrical voltage 7.5 volts of 21.83% - 26.49%, and electrical voltage 9 volt of 10.74% - 14.39%. On the time 5 seconds of 25.19% - 101.94%, time 10 seconds of 37.14% - 101.11% and time 15 seconds of 35.79% - 98.1%. From these results show the hardness value on the electrical voltage of 5 volt and 7.5 volts with times 5, 10, 15 seconds, as well the electrical voltage 9 volt with time of 5 seconds is still be in the area hardness nickel while the electrical voltage 9 volts with time 10 and 15 seconds were in a hardness area of chrome

Keywords: Remelting, wheel scrap, nickel-chrome plating, electrical voltage, hardness.

PENDAHULUAN

Di Indonesia banyak industri pengecoran lokal yang memanfaatkan bahan aluminium bekas dari komponen sepeda motor dan dibentuk kembali menjadi velg sepeda motor. Namun, produk coran yang dihasilkan masih memiliki cacat yang disebabkan pada saat penguangan aluminium yang berdampak pada kualitas sifat mekanis, seperti kekerasan. Velg

merupakan komponen utama dalam sebuah kendaraan sehingga sangat diperlukan persyaratan mekanik tertentu karena pada saat digunakan akan mengalami beban berulang (beban dinamis), bahkan mengalami beban kejut, dimana jika tegangan akibat berat dari kendaraan cukup besar dan berulang-ulang akan mengakibatkan kegagalan struktur akibat fatik.

Oleh karena itu, perlu dilakukan proses pengerjaan akhir pada hasil produk coran

tersebut dengan cara elektrolisa atau *elektroplating* dengan menggunakan bahan pelapis nikel dan krom. Dalam melaksanakan proses pelapisan listrik, hal yang perlu diperhatikan yaitu tegangan listrik. Oleh karena adanya tegangan listrik (beda potensial) antara elektroda menyebabkan ion-ion dalam sistim bergerak ke elektroda. Selain itu, waktu pelapisan juga mempengaruhi terhadap kuantitas dari hasil pelapisan yang terjadi dipermukaan produk yang dilapis.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan sebuah penelitian tentang pengaruh tegangan listrik dan waktu terhadap kekerasan mikro pelapisan nikel-krom pada hasil produk pengecoran aluminium bekas (*scrap*).

TEORI DASAR

Kajian Pustaka

Penelitian terdahulu tentang pengecoran ulang

Proses pengecoran ulang material aluminium bekas dapat menurunkan ketangguhan paduan aluminium yang disebabkan oleh porositas akibat peningkatan gas hidrogen pada saat logam bertransformasi dari padat cair ke padat. Hal ini mengidentifikasi bahwa kemampuan suatu bahan untuk berdeformasi secara plastis dan menyerap energi sebelum dan sesudah terjadi kerusakan berkurang. (Budiyono., dkk, 2004 dalam Maliwemu, 2012).

Velg cor paduan aluminium telah dapat diproduksi oleh dua industri kecil dan menengah di Yogyakarta. Namun, kualitas produk yang masih jauh dibandingkan velg buatan pabrik (Kunahyo, 2010 dalam Iswanto., dkk, 2014). Rendahnya kualitas produk cor tersebut karena material yang digunakan adalah aluminium skrap, metode pengecoran yang konvensional, tanpa perlakuan panas dan tanpa penghalus butir.

Mutholib., dkk, 2006 melakukan penelitian tentang pelapisan listrik (*elektroplating*) dekoratif protektif dengan kapasitas larutan elektrolit nikel 20 liter dan krom 10 liter. Pada pelapisan nikel, tegangan

yang digunakan 4,5, 5, 5,5, 6 volt dan waktu yang digunakan 600, 900, 1200, 1500, 1800 detik, kemudian dilanjutkan dengan pelapisan krom. Pada pelapisan krom, tegangan yang digunakan 4,5, 5, 5,5, 6 volt dan waktu 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 detik. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa perbedaan data berat dan ketebalan lapisan logam yang terjadi diperoleh karena adanya perbedaan lamanya waktu pelapisan dan perbedaan besar arus yang digunakan.

Mulyaningsih., dkk, 2012. Melakukan penelitian tentang pengaruh waktu pelapisan listrik nikel-krom terhadap kekerasan baja stainless steel AISI 304. Pada proses pelapisan listrik menggunakan pelapis nikel dan krom dengan variasi waktu 10 menit, 30 menit, 50 menit, 60 menit, 70 menit, 80 menit, 90 menit. Berdasarkan hasil penelitiannya menunjukkan bahwa peningkatan waktu pada proses pelapisan listrik nikel-krom dapat meningkatkan kekerasan permukaan spesimen. Namun, peningkatan waktu tersebut mempunyai nilai optimum pada waktu 60 menit, apabila waktu dinaikkan lagi dapat menurunkan kekerasan permukaan spesimen.

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. Variasi tegangan listrik dan waktu yang digunakan pada penelitian ini adalah 4 Volt, 6 Volt, 8 Volt, 10 volt, 12 Volt dan waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit. 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.

Pelapisan Listrik

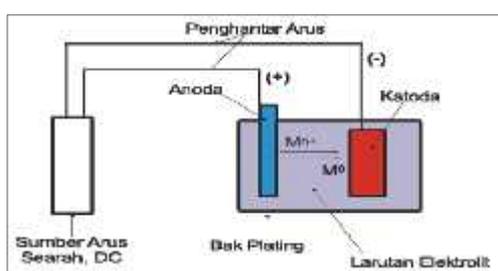
Teori pelapisan listrik

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 ekuivalen masing-masing zat tersebut.

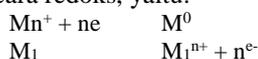
Skema proses pelapisan listrik dapat dilihat pada gambar dibawah ini,



Gambar 1. Skema proses pelapisan listrik

Sumber. Marwati., dkk, 2009

Secara umum reaksi perpindahan ion dari logam pelapis ke benda kerja, berlangsung secara redoks, yaitu:



Tegangan merupakan salah satu faktor penting dalam plapisan listrik 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

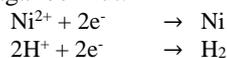
$$I = \frac{V}{R} \quad (1)$$

dimana V tegangan listrik (volt), I arus listrik (ampere), dan R adalah tahanan (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:



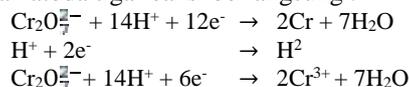
- Reaksi pada anoda sebagai berikut:



Pelapisan krom

Dalam proses pelapisan krom asam kromat dalam larutan asam pekat bak pelapisan dan kebanyakan sebagai ion dikromat.

- Pada katoda tiga reaksi berlangsung :



- Pada anoda juga terjadi tiga reaksi serentak :



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 Chijjiwa, 1976 dalam Setyawan, 2006). Tabel 1 menunjukkan sifat-sifat logam pada pengecoran.

Velg

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

Hasil uji komposisi pada Tabel 2 menunjukkan bahwa material Velg termasuk aluminium A356, yaitu aluminium paduan Al-Mg-Si.

Pengujian Kekerasan Vickers

Pada umumnya, kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penekanan. Uji kekerasan vickers menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur

sangkar. Besarnya sudut antara permukaan-permukaan piramid yang saling berhadapan adalah 136° . Angka kekerasan piramida intan (DPH), atau angka kekerasan Vickers (VHN atau VPH), didefinisikan sebagai beban dibagi luas permukaan lekukan. Pada prakteknya, luas ini dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang diagonal jejak. VHN dapat ditentukan dari persamaan (*ASM Metals Hand Book Vol. 8* dalam Mulyaningsih., dkk, 2012):

$$VHN = \frac{1,854 P}{d^2} \text{ kg/mm}^2 \quad (2)$$

Dimana VHN adalah angka kekerasan vickers (kg/mm^2), P adalah beban terpasang (gram), dan d adalah diagonal bekas injakan penetrator (μm)

Nilai kekerasan beberapa logam dengan 2 macam pembuatan yaitu secara metalurgi dan elektrodeposisi tersaji dalam tabel dibawah ini.

Tabel 1. Sifat logam pada pengecoran

Jenis Logam	Kekuatan Tarik	Keuletan	Kekerasan
	(Mpa)	(%)	(BHN)
Besi dan Baja			
Besi cor kelabu	110 – 207	0 - 1	100 – 150
Besi cor putih	310	0 - 1	450
Baja	267 - 2070	12 - 15	110 – 500
Bukan Besi			
Aluminium	83 – 310	10 - 35	30 – 100
Tembaga	345 – 689	5 - 10	50 – 100
Magnesium	83 – 345	9 - 15	30 – 60
Seng	49 – 90	2 - 10	80 – 100
Titan	552 - 1034	-	158 – 266
Nikel	414 - 1103	15 - 40	90 – 250

Sumber. Amstead dan Ostwalt, 1995 dalam Roziqin., dkk, 2012

Tabel 2. Hasil uji komposisi

Unsur	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Cr	Ni	Pb	Sn	Al
Spesimen uji	6,95	<0,1474	0,03	0,0036	0,2683	0,0326	0,1329	0,0027	0,0032	0,0006	0,0033	92,43

Sumber. Maliwemu, 2012

Tabel 3. Nilai kekerasan vikers beberapa logam

No	Logam	Nilai Kekerasan Vickers (kg/mm^2)	
		Proses pembuatan	
		Metallurgical	Elektrodeposisi
1	Cadmium (Cd)	30	50
2	Krom (Cr)	350	1000
3	Kobalt (Co)	200	500
4	Tembaga (Cu)	50	150
5	Nikel (Ni)	150	500
6	Seng (Zn)	30	130
7	Timah (Sn)	10	10

Sumber. Hariyanti, 2007 dalam Nugroho, 2011

METODOLOGI PENELITIAN

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 kekerasan.

Variabel Penelitian

Ada tiga variabel yang akan diteliti yaitu variabel bebas terdiri dari tegangan listrik dan

waktu pada proses pelapisan nikel-krom, serta variabel terikatnya yaitu: kekerasan mikro pelapisan nikel-krom pada hasil produk pengecoran aluminium bekas (scrap), kemudian dianalisis menggunakan analisis varians (ANOVA).

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 uji kekerasan mikro Vickers dengan merk *buchler micromet 2100 Series*.



Gambar 2. Velg

Sumber. Dok. Penelitian, 2015

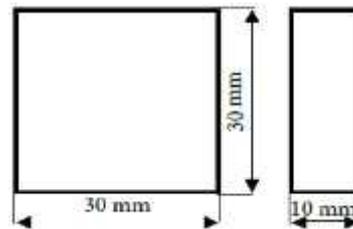


Gambar 3. Alat uji kekerasan merk Buchler Micromet 2100 Series

Sumber. Dok. Penelitian, 2015

Spesimen Uji Kekerasan

Spesimen dicor dengan ukuran 30 mm x 30 mm x 10 mm seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Dimensi spesimen

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, gerinda listrik, kikir, kertas pasir, dan mistar siku.

Prosedur pelapisan nikel-krom

- Pembersihan spesimen dengan deterjen, kemudian spesimen dibilas menggunakan air.
- Sebelum dilakukan pelapisan nikel, terlebih dahulu memanaskan larutan nikel dengan heater sampai suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$.
- Memasukkan spesimen kedalam bak pelapisan nikel pada tegangan listrik 5,5 volt dengan lama waktu pelapisan 20 menit.
- Ketika waktu mencapai 20 menit, spesimen diangkat dan dicelup dalam bak pembilasan dan akan dilanjutkan dengan pelapisan krom.
- Sebelum dilakukan proses pelapisan perlu memanaskan larutan krom sesuai dengan suhu ruangan.
- Memasukkan spesimen dalam larutan krom dengan variasi tegangan 5, 7.5, 9 volt dan waktu 5,10,15 detik
- Setelah selesai proses pelapisan krom akan diikuti dengan proses pembilasan dan pendinginan.

Prosedur pengujian spesimen

- Menentukan beban dan waktu tahan injakan indenter.
- Spesimen diletakan pada head mesin
- Tempatkan fokus pembebanan pada daerah yang telah ditentukan.
- Tekan tombol start untuk menurunkan beban.
- Setelah waktu 15 detik beban akan naik keatas dan melakukan pengukuran panjang diagonal hasil injakan indenter.
- Melakukan perhitungan nilai kekerasan.

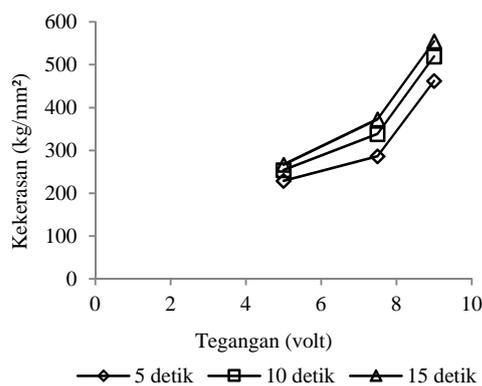
PEMBAHASAN

Pengaruh tegangan listrik terhadap nilai kekerasan pelapisan nikel-krom

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai kekerasan pelapisan nikel-krom, pada tegangan listrik 5 volt dengan waktu 5 detik ke 10 detik terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 11,21 % dan pelapisan nikel-krom pada tegangan listrik 5 volt dengan waktu 5 detik ke 15 detik terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 16,61 %.

Nilai kekerasan pelapisan nikel-krom pada tegangan listrik 7,5 volt dengan waktu 5, 10 dan 15 detik yaitu 286,72 kg/mm², 349,31 kg/mm², 362,67 kg/mm². Pelapisan nikel-krom pada

tegangan listrik 7,5 volt dengan waktu 5 detik ke 10 detik terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 21,83 % dan pelapisan nikel-krom pada tegangan listrik 7,5 volt dengan waktu 5 detik ke 15 detik terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 26,49 %.



Gambar 5. Grafik hubungan tegangan listrik terhadap nilai kekerasan pelapisan nikel-krom

Nilai kekerasan pelapisan nikel-krom pada tegangan listrik 9 volt dengan waktu 5 detik ke 10 detik terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 10,74 % dan pelapisan nikel-krom pada tegangan listrik 9 volt dengan waktu 5 detik ke 15 detik terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 14,39 %.

Gambar 5 diatas menunjukkan adanya peningkatan nilai kekerasan pelapisan nikel-krom seiring dengan meningkatnya tegangan listrik. Hal ini disebabkan karena adanya tegangan listrik (beda potensial) antara elektroda menyebabkan ion-ion dalam sistim bergerak ke elektroda. Hubungan antara beda potensial dan arus listrik yang dirumuskan melalui hukum Ohm yaitu $I = V/R$. Sesuai dengan hukum Ohm, bila hambatan (R) yang diberikan tetap/konstan maka besarnya beda potensial (V) sebanding dengan besarnya arus listrik (I).

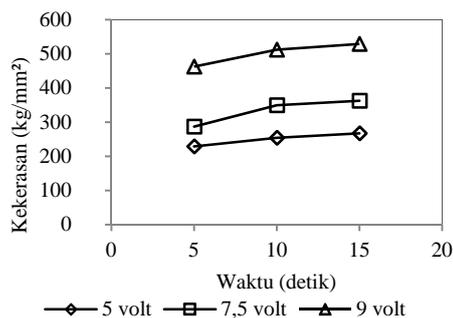
Hubungan antara produk suatu endapan dengan jumlah arus dan waktu yang digunakan pada proses pelapisan listrik (*elektroplating*) berdasarkan Hukum Faraday yang menyatakan bahwa jumlah zat yang terbentuk dan terbebas pada elektroda selama elektrolisis sebanding dengan jumlah arus listrik yang mengalir dalam

larutan elektrolit dan jumlah zat yang dihasilkan oleh arus listrik yang sama selama elektrolisis sebanding dengan beratnya ekivalen masing-masing zat tersebut.

Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa nilai kekerasan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya tegangan listrik karena arus listrik yang dihasilkan juga meningkat, maka jumlah elektron akan semakin banyak dan semakin cepat terlepas dari larutan elektrolit untuk menempel ke katoda sehingga logam yang diendapkan semakin tebal.

Dari hasil analisis varians (Anova) menunjukkan nilai $RU_F > 4,737$, maka $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ ditolak dan terima H_1 . Ini berarti dengan variasi tegangan listrik pada proses pelapisan nikel-krom menghasilkan nilai kekerasan yang berbeda.

Pengaruh waktu terhadap nilai kekerasan pelapisan nikel-krom



Gambar 6. Grafik hubungan waktu terhadap nilai kekerasan pelapisan nikel-krom

Pelapisan nikel-krom pada waktu 5 detik dengan tegangan 5 volt ke 7,5 volt terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 25,19 % dan pelapisan nikel-krom pada waktu 5 detik dengan tegangan 5 volt ke 9 volt terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 101,94 %.

Nilai kekerasan pelapisan nikel-krom pada waktu 10 detik dengan tegangan listrik 5, 7,5 dan 9 volt yaitu 254,70 kg/mm², 349,31 kg/mm², 512,23 kg/mm². Pelapisan nikel-krom pada waktu 10 detik dengan tegangan listrik 5 volt ke 7,5 volt terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 37,14 % dan pelapisan nikel-krom pada waktu 10 detik dengan tegangan listrik 5 volt ke 9 volt terjadi peningkatan nilai kekerasan

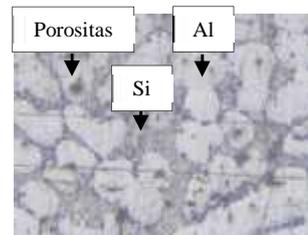
sebesar 101,11 %. Pelapisan nikel-krom pada waktu 15 detik dengan tegangan listrik 5 volt ke 7,5 volt terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 35,79 % dan pelapisan nikel-krom pada waktu 15 detik dengan tegangan listrik 5 volt ke 9 volt terjadi peningkatan nilai kekerasan sebesar 98,1 %.

Gambar 6. di atas menunjukkan adanya peningkatan nilai kekerasan pelapisan nikel-krom seiring dengan meningkatnya waktu pelapisan. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pelapisan akan semakin banyak deposit yang terbentuk pada permukaan material sehingga lapisan lebih padat dan kerapatan permukaan meningkat. Hal tersebut sesuai dengan Hukum Faraday pertama yang menyatakan bahwa berat dari logam yang diendapkan (w) pada saat berlangsung proses elektrolisis berbanding lurus dengan jumlah kuat arus (I) dan waktu (t).

Dari hasil analisis varians (Anova) menunjukkan nilai $RU_F < 4,737$ maka $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ diterima dan tolak H_1 . Ini berarti dengan variasi waktu pada proses pelapisan listrik nikel-krom menghasilkan nilai kekerasan yang sama.

Struktur Mikro

Struktur mikro raw material



Gambar 7 Struktur mikro raw material

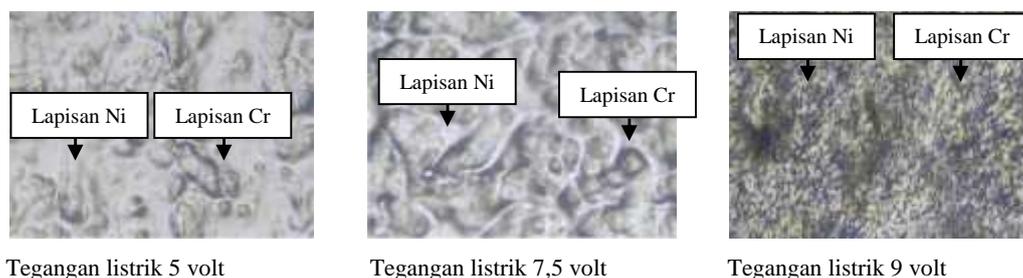
Dari Gambar 7 di atas terlihat bahwa fasa yang terjadi adalah fasa aluminium serta partikel Si. Fasa aluminium berwarna putih terang sedangkan partikel Si berupa garis-garis dengan warna gelap. Hal ini sesuai dengan struktur yang terbentuk pada paduan Al-Si hypoeutectic.

Struktur mikro hasil coran yang terbentuk pada pengecoran ulang velg bekas unsur Si tersebar tidak merata dan didominasi oleh Al. Pengelompokan presipitat sangat terlihat jelas

membentuk seperti suatu *islands* atau pulau-pulau yang disebut sebagai segregasi yang menyebabkan rendahnya nilai kekerasan hasil pengecoran material velg bekas, dimana bentuk serta ukuran partikel Si sangat berpengaruh terhadap kekuatan mekanik dari paduan Al-Si (Dobrza ski, 2006).

Berdasarkan hasil perhitungan nilai kekerasan vickers pada hasil pengecoran ulang

Struktur mikro pelapisan nikel-krom



Gambar 8. Struktur mikro pelapisan nikel-krom dengan waktu 15 detik (pembesaran 50×)

Gambar 8 di atas menunjukkan struktur mikro yang terjadi adalah paduan antara lapisan Ni-Cr, dimana lapisan nikel ditandai dengan warna putih sedangkan lapisan krom ditandai dengan warna hitam. Struktur mikro pelapisan nikel-krom pada tegangan listrik 5 volt dan 7,5 volt didominasi oleh lapisan nikel yang hampir homogen sedangkan struktur mikro pelapisan nikel-krom pada tegangan listrik 9 volt didominasi oleh lapisan krom dengan distribusi susunan atomnya rapat dan merata. Hal diatas dapat dikatakan bahwa nilai kekerasan vickers pelapisan nikel-krom pada tegangan listrik 5 volt dan 7,5 volt dengan waktu 5, 10 dan 15 detik, serta pada tegangan listrik 9 volt dengan waktu 5 detik masih berada pada daerah kekerasan nikel yaitu 500 kg/mm² (Hariyanti, 2007 dalam Nugroho, 2011) sedangkan nilai kekerasan vickers pelapisan nikel-krom pada tegangan listrik 9 volt dengan waktu 10 dan 15 detik sudah berada pada daerah kekerasan krom yaitu 1000 kg/mm² (Hariyanti, 2007 dalam Nugroho, 2011).

PENUTUP

Kesimpulan

- Nilai kekerasan pelapisan nikel-krom pada

velg bekas sebesar 58,36 kg/mm² sehingga dapat dikatakan bahwa hasil pengecoran ulang material velg bekas tidak dapat digunakan secara langsung sebagai material velg tanpa adanya upaya memperbaiki nilai kekerasannya, karena nilai kekerasan hasil pengecoran ulang velg bekas masih berada pada daerah kekerasan aluminium yaitu 30-100 BHN (Amstead dan Ostwalt, 1995 dalam Roziqin.,dkk, 2012).

waktu 5, 10 dan 15 detik dengan tegangan listrik 5 volt sebesar 229,03 kg/mm², 254,70 kg/mm², 267,08 kg/mm², tegangan listrik 7,5 volt sebesar 286,72 kg/mm², 349,31 kg/mm², 362,67 kg/mm², dan tegangan listrik 9 volt sebesar 462,53 kg/mm², 512,23 kg/mm², 529,08 kg/mm². Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan meningkat seiring dengan meningkatnya tegangan listrik.

- Nilai kekerasan pelapisan nikel-krom pada tegangan listrik 5, 7,5 dan 9 volt dengan waktu 5 detik sebesar 229,03 kg/mm², 286,72 kg/mm², 462,53 kg/mm², waktu 10 detik sebesar 254,70 kg/mm², 349,31 kg/mm², 512,23 kg/mm², dan waktu 15 detik sebesar 267,08 kg/mm², 362,67 kg/mm², 529,08 kg/mm². Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa adanya peningkatan nilai kekerasan pelapisan nikel-krom seiring dengan meningkatnya waktu pelapisan.
- Struktur mikro hasil coran yang terbentuk adalah fasa aluminium serta partikel Si dan didominasi oleh Al dengan nilai kekerasannya sebesar 58,36 kg/mm² sehingga masih berada pada kekerasan aluminium yaitu 30 -100 BHN. Struktur mikro yang terjadi setelah pelapisan nikel-krom adalah paduan antara lapisan Ni-Cr. Struktur mikro pelapisan nikel-

krom pada tegangan listrik 5 volt dan 7,5 volt didominasi oleh lapisan nikel yang hampir homogen dimana nilai kekerasan pada waktu 5, 10 dan 15 detik dengan tegangan listrik 5 volt sebesar 229,03 kg/mm² - 267,08 kg/mm², dan tegangan listrik 7,5 volt sebesar 286,72 kg/mm² - 362,67 kg/mm², serta pada tegangan listrik 9 volt dengan waktu 5 detik sebesar 462,53 kg/mm² sehingga masih berada pada daerah kekerasan nikel yaitu 500 kg/mm² sedangkan struktur mikro pelapisan nikel-krom pada tegangan listrik 9 volt dengan waktu 10 dan 15 didominasi oleh lapisan krom dengan distribusi susunan atomnya rapat dan merata dimana nilai kekerasan pada tegangan listrik 9 volt dengan waktu 10 dan 15 sebesar 512,23 kg/mm² dan 529,08 kg/mm² sehingga sudah berada pada daerah kekerasan krom yaitu 1000 kg/mm²

Saran

- Sebelum melakukan penelitian hendaknya mempelajari buku-buku yang menunjang agar didalam penelitian dapat berjalan sesuai dengan dasar teori yang ada.
- Sebaiknya peneliti selanjutnya mengembangkan eksperimen ini dengan memilih variabel penting lainnya sebagai penelitian lanjutan.
- Perlu dilakukan pengujian komposisi pelapisan nikel-krom.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Harinaldi., 2005, *Prinsip-prinsip statistik untuk teknik dan sains*, Penerbit Erlangga, Jakarta,
- [2] 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.
- [3] Maliwemu.U.K.E, 2012, *Struktur mikro dan kekuatan tarik aluminium scrap dengan heat treatment T6 pada proses centrifugal casting*, Seminar Nasional Sains dan Teknik (SAINSTEK), Kupang, 13 Nopember 2012, Hal 146-149.
- [4] Marwati., Padmaningrum., Marfuatun., 2009, *Pemanfaatan ion logam berat tembaga (II), kromium (III), timbal (II), dan seng (II) dalam limbah cair industri electroplating untuk pelapisan logam besi*, Jurnal penelitian saintek, Vol. 14, No. 1, April 2009, Hal 17-40.
- [5] Mutholib., Gunawan., Triadi., Subagyo., Wibowo., Guntoro., 2006, *Elektroplating dekoratif protektif dengan kapasitas larutan elektrolit nikel 20 liter dan krom 10 liter*, Laporan Tugas Akhir Program Studi Diploma III Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang 2006, Hal 1-79.
- [6] 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.
- [7] Nugroho., 2011, *Pengaruh rapat arus dan aditif p-vanilin terhadap kualitas lapisan elektroplating Zn-Ni pada substrat besi*, Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret Surakarta 2011, Hal 1-66.
- [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, ISBN: 978.979.704.883.9, Hal 296-308.
- [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] Setyawan., 2006, *Pengaruh variasi penambahan tembaga (Cu) dan jenis cetakan pada proses pengecoran terhadap tingkat kekerasan paduan aluminium silikon (Al-Si)*, Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas

- Maret Surakarta 2006, Hal 1-60.
- [11] Surdia., Chijjiwa., 1982, *Teknik pengecoran logam*, PT Pradnya Paramita Jakarta.
- [12] 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