

# PENENTUAN PARAMETER KETEBALAN LAPISAN PROSES ELECTROPLATING PADA ALUMINIUM DAN BAJA (Studi Kasus: Industri Kecil Pelapisan Logam di Pekanbaru)

Ahmad Kafrawi Nasution, Putri Nawangsari, Hendro Cahyono, Mustaqim

Jurusan Teknik Mesin, FT - Universitas Muhammadiyah Riau  
Jurusan Teknik Mesin, FT - Universitas Riau  
Email: ucokafrawi@yahoo.com

## ABSTRAK

Proses perlakuan permukaan dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki tampilan dari sebuah logam, satu diantaranya adalah proses pelapisan (*electroplating*). Untuk mendapatkan tampilan yang bagus dengan waktu yang efektif, parameter pelapisan sangat menentukan. Untuk itu dilakukan penentuan parameter ketebalan lapisan logam paduan aluminium AA5051 dengan waktu pencelupan 30, 40, 50 dan 60 menit dengan tegangan 3 dan 10 Volt. Sedangkan logam *plain carbon steel* dengan waktu pencelupan 30, 40, 50 dan 60 menit dengan tegangan 3 dan 8 Volt. Dari parameter di atas diperoleh rata-rata laju ketebalan pelapisan untuk logam paduan aluminium AA5051 yang tertinggi 1.40  $\mu\text{m}$  per menit (30 menit pada 10 Volt) dan terendah adalah 1.00  $\mu\text{m}$  per menit (40 menit pada 3 Volt). Dan untuk logam *plain carbon steel* yang tertinggi 1.77  $\mu\text{m}$  per menit (60 menit pada 4 Volt) dan terendah adalah 0.35  $\mu\text{m}$  per menit (40 menit pada 4 Volt).

**Kata kunci:** perlakuan permukaan, elektroplating, parameter pelapisan, ketebalan lapisan

## 1. PENDAHULUAN

Maraknya modifikasi suku cadang kendaraan membuat industri kecil pelapisan logam di Pekanbaru kebanjiran pesanan. Hasil survey (Mustaqim dan Cahyono, H., 2012) yang dilakukan di industri kecil pelapisan logam di Pekanbaru kewalahan melayani pesanan dalam usaha memperbaiki sifat fisik (tampilan) suku cadang kendaraan. S, R. Sudigdo et al. 2002, mengatakan di dunia industri, bukan hanya kekuatan produk yang diinginkan pasar, tetapi penampilan logam yang menarik akan sangat membantu terhadap keberhasilan produk di pasaran. Permasalahan yang sering dihadapi oleh industri kecil pelapisan logam di Pekanbaru yaitu tidak dapat memprediksi waktu yang diperlukan untuk melapisi suatu komponen

dengan ketebalan tertentu, akibatnya mereka sulit untuk menjanjikan kapan suatu komponen tersebut selesai atau yang dikenal dengan istilah “estimasi waktu produksi”. Hal ini berdampak kepada tingkat kepercayaan konsumen kepada industri kecil tersebut jika sedang kebanjiran pesanan.

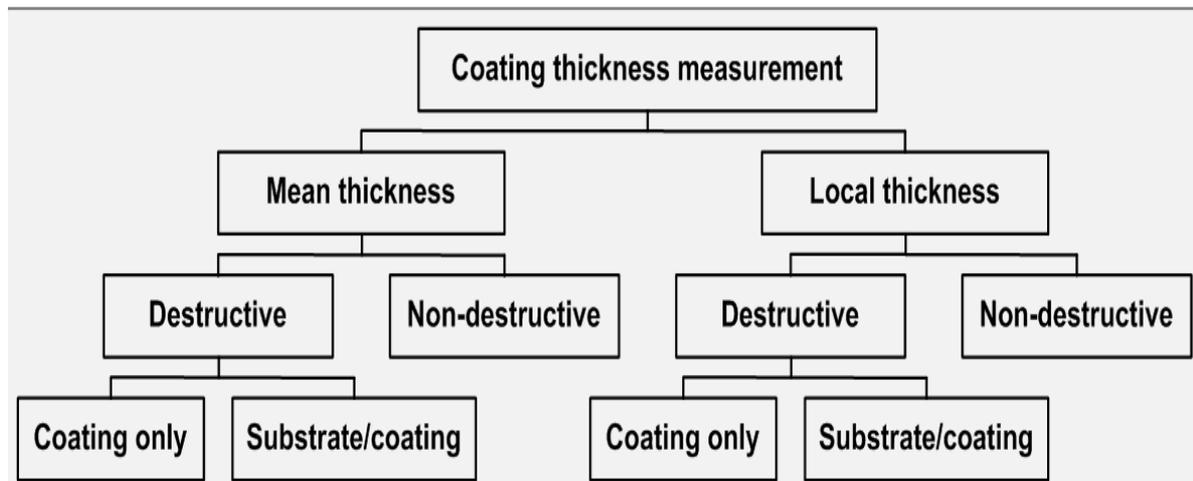
Pelapisan logam merupakan bagian dari proses perlakuan permukaan (*surface treatment*). Pada pelaksanaan perlakuan permukaan tergantung pada tujuan yang ingin dicapai. Umumnya tujuan dari perlakuan permukaan antara lain untuk meningkatkan ketahanan aus dengan jalan memperkeras permukaan, meningkatkan ketahanan korosi (*corrosion resistance*) dan meningkatkan unjuk rupa (*performance*) [5]. Sedangkan proses untuk meningkatkan unjuk

rupa banyak sekali, satu diantaranya adalah electroplating.

Proses electroplating pada dasarnya sama dengan proses korosi dimana dua elektroda (anoda dan katoda) terhubung dengan arus listrik dan dicelupkan ke dalam larutan yang mengandung elektrolit. Proses seperti ini dikenal juga dengan proses elektrolisa dimana terjadi reaksi oksidasi dan reduksi. Logam yang akan dilapisi adalah katoda dan logam pelapis menjadi anoda. Dengan adanya arus listrik maka elektron akan mengalir melalui elektroda positif (anoda) menuju elektroda negatif (katoda) bersamaan dengan ion-ion logam yang berasal dari elektrolit membentuk lapisan dipermukaan logam yang akan dilapisi. Lapisan yang terbentuk bergantung banyak faktor diantaranya adalah; temperatur, kerapatan arus, waktu, komposisi larutan, agitasi,

throwing power, konduktivitas dan pasivitas [7].

Biasanya ketebalan lapisan yang terbentuk relatif tidak seragam sehingga nilai ketebalan merupakan nilai rata-rata dari beberapa lokasi pengukuran. Metode pengukuran ketebalan diklasifikasikan sebagai pengukuran merusak (destructive) dan pengukuran tidak merusak (non-destructive) seperti diperlihatkan pada gambar 1. Penelitian ini dilakukan pengukuran dengan cara merusak dan menggunakan metoda berdasarkan mikroskop optik. Pengukuran ketebalan dengan metoda mikroskop optik dilakukan berdasarkan foto yang telah diambil, selanjutnya dibandingkan dengan ketebalan yang diketahui berdasarkan pembesaran yang digunakan pada pengamatan dari foto tersebut menggunakan prangkat lunak analisis gambar (ImageJ 1.47, USA) [3-4, 7].



Gambar 1. Teknik pengukuran ketebalan lapisan logam [7].

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### Tempat Penelitian

Proses *electroplating* dilakukan di industri kecil pelapisan logam di Pekanbaru, sedangkan untuk pengambilan foto ketebalan lapisan dengan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM) dilakukan di

Laboratorium Logam Institut Teknologi Bandung.

### Material dan Parameter Penelitian

Paduan aluminium AA5051 variasi tegangan 3 dan 10 Volt untuk waktu pencelupan 30, 40, 50 dan 60 menit.

Plain carbon steel variasi tegangan 3 dan 8 Volt untuk waktu pencelupan 30, 40, 50 dan 60 menit.

**Bahan Penelitian**

Pelapisan Nikel, larutan yang digunakan sebagai elektrolit dengan komposisi sebagai berikut:

- Nikel sulfat : 250 gr/liter
- Nikel chloride : 60 gr/liter
- Boric acid : 40 gr/liter
- Brightener 07 : 3 cc
- Brightener 06 : 30 cc

Pelapisan Khrom, larutan yang digunakan sebagai elektrolit dengan komposisi sebagai berikut:

- Chromis acid (CrO<sub>3</sub>) : 200 gr/liter
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : 0,7 ml/liter
- WR-1 (katalis cair) : 5 ml

**Alat Penelitian**

A. Alat poles	D. Bak plating	E. Stop watch
B. Rectifier	E. Bak pembersih	F. Jangka sorong
C. Pemanas air	F. Agitator	G. Miskroskop elektron (SEM-

		EDS)
--	--	------

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Komposisi kimia material penelitian hasil dari pengukuran menggunakan energy dispersive spectroscopy (EDS) ditampilkan pada tabel 1 dan 2, sedangkan struktur mikro dari kedua material tersebut diperlihatkan pada gambar 2.

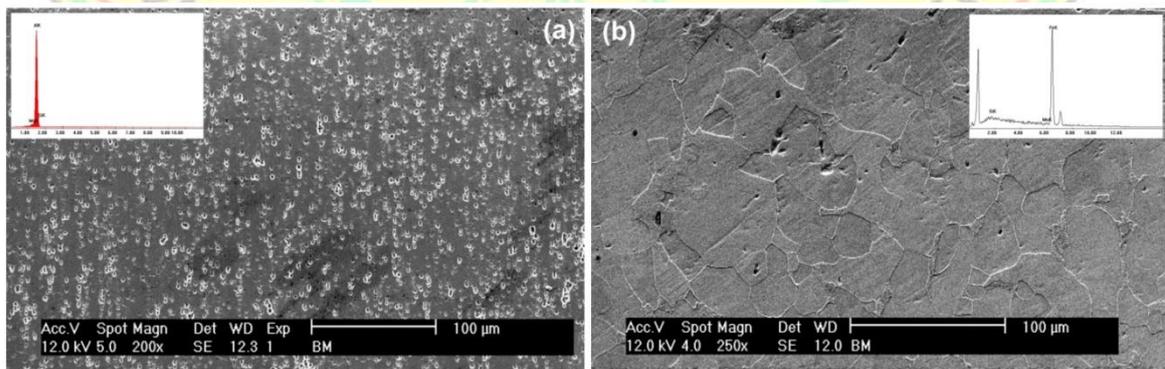
**Tabel 1.**

Komposisi kimia paduan aluminium (wt.%)

Materials	Mg	Si	Al
<i>Wrought aluminum alloys AA5051</i>	2.19	0.58	Bal.

**Tabel 2.** Komposisi kimia baja karbon (wt.%)

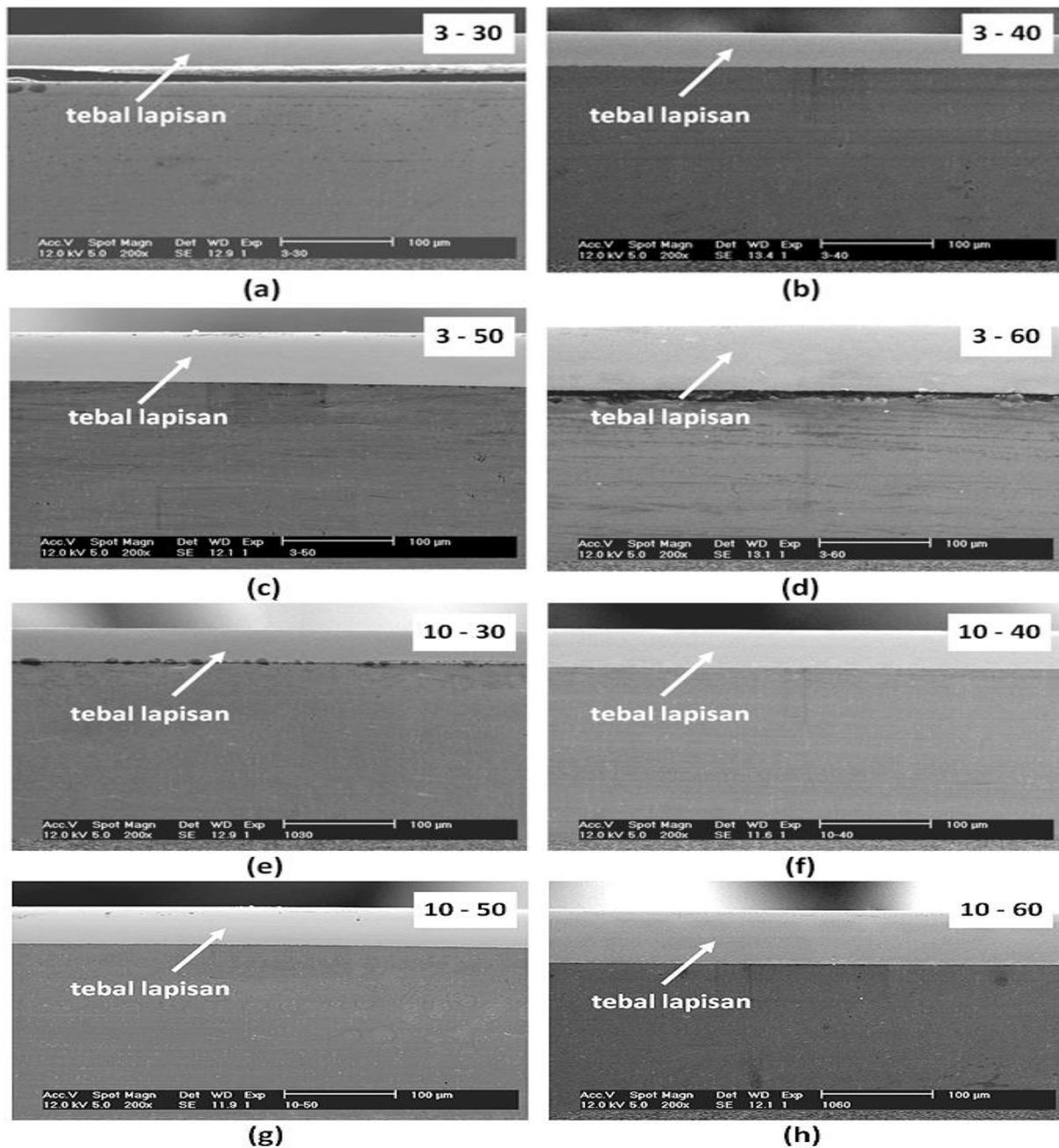
Material	C	Mn	Si	P	S	Fe
<i>Plain carbon steel</i>	0.28	1,06	0,62	-	-	Bal.



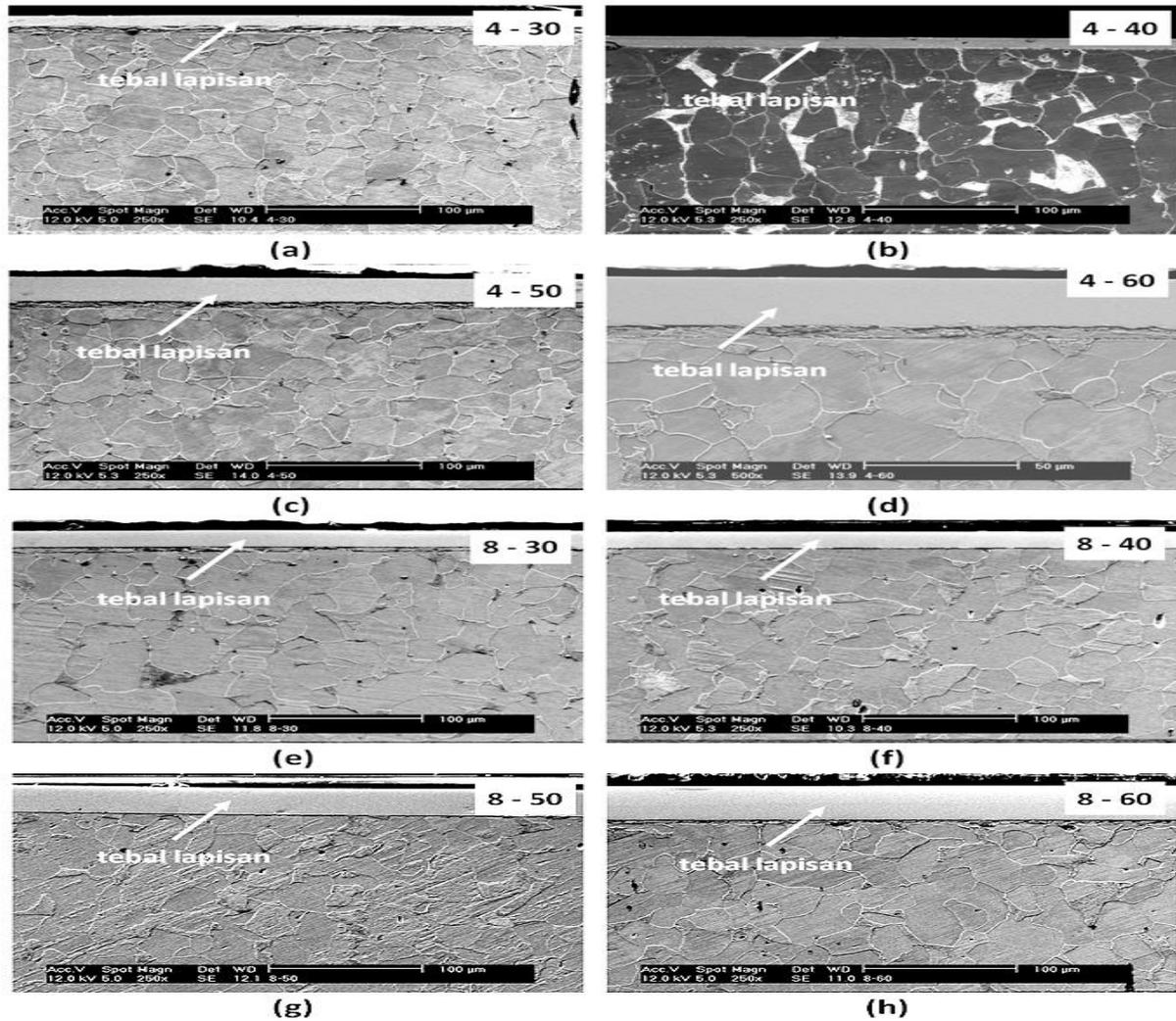
**Gambar 2.** Struktur mikro (a) paduan aluminium AA5051 (b) *plain carbon steel*

Pengukuran ketebalan dengan metoda mikroskop optik dilakukan berdasarkan foto yang telah diambil menggunakan SEM

berdasarkan parameter yang telah ditentukan. Adapun foto dari masing-masing sampel dapat dilihat pada gambar 3 dan 4



**Gambar 3.** Ketebalan lapisan pada paduan aluminium AA5051  
 a) 3 Volt - 30 menit, b) 3 Volt - 40 menit, c) 3 Volt - 50 menit, d) 3 Volt - 60 menit  
 e) 10 Volt - 30 menit, f) 10 Volt - 40 menit, g) 10 Volt - 50 menit, h) 10 Volt - 60 menit.



**Gambar 4.** Ketebalan lapisan pada *plain carbon steel*

a) 4 Volt - 30 menit, b) 4 Volt - 40 menit, c) 4 Volt - 50 menit, d) 4 Volt - 60 menit  
 e) 8 Volt - 30 menit, f) 8 Volt - 40 menit, g) 8 Volt - 50 menit, h) 8 Volt - 60 menit.

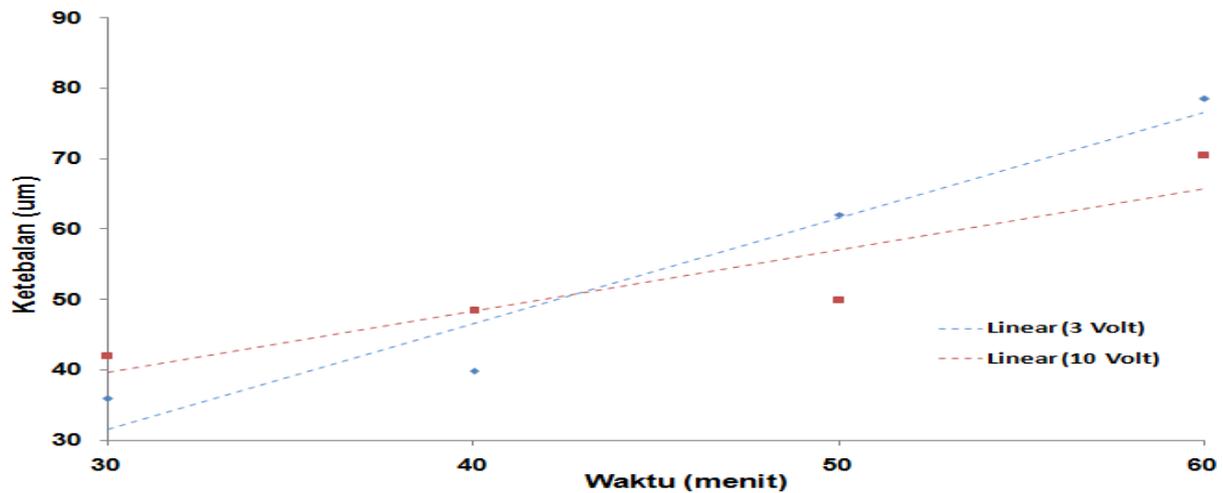
Ketebalan lapisan diukur berdasarkan foto dari gambar 3 dan 4 dengan melakukan pengamatan pada setiap spesimen. Untuk masing-masing spesimen diambil beberapa kali lokasi pemotretan dan setiap lokasi pemotretan dilakukan di sepuluh titik pengukuran, sehingga diperoleh harga rata-rata ketebalan pengukuran dan deviasi

standar. Nilai distribusi rata-rata ketebalan lapisan pada paduan aluminium AA5051 dan plain carbon steel dapat dilihat pada tabel 3 dan 4. Berdasarkan nilai rata-rata ketebalan lapisan dan waktu dari masing-masing material selanjutnya diplot grafik dan dilakukan linierisasi pada grafik tersebut seperti gambar 5 dan 6.

**Tabel 3.** Ketebalan pelapisan masing-masing sampel paduan aluminium AA5051

Sampel	ketebalan pelapisan (µm)	SD*	Sampel	ketebalan pelapisan (µm)	SD*
3-30	35.91	±2.34	10-30	41.96	±0.74
3-40	39.84	±2.30	10-40	48.35	±0.67
3-50	62.07	±9.27	10-50	49.90	±3.95
3-60	78.50	±15.20	10-60	70.42	±0.79

\* SD = standard deviation

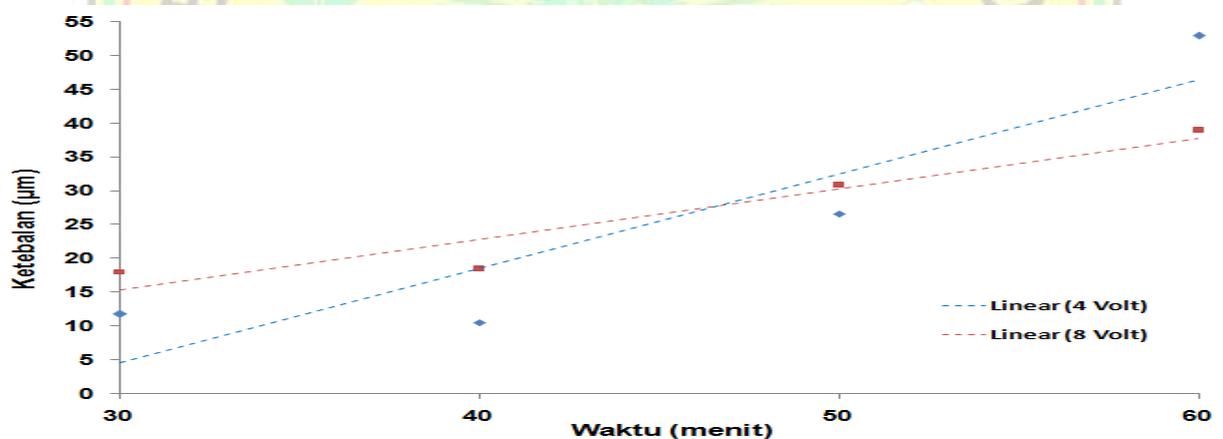


Gambar 5. Grafik linierisasi waktu dan ketebalan untuk paduan aluminium AA5051

Tabel 4. Ketebalan pelapisan masing-masing sampel *plain carbon steel*

Sampel	ketebalan pelapisan (µm)	SD*	Sampel	ketebalan pelapisan (µm)	SD*
4-30	11.80	±0.70	8-30	18.10	±0.66
4-40	10.54	±0.48	8-40	18.45	±0.38
4-50	26.64	±0.55	8-50	30.88	±0.70
4-60	52.95	±2.06	8-60	38.97	±0.80

\* SD = standard deviation



Gambar 6. Grafik linierisasi waktu dan ketebalan untuk plain carbon steel.

Jika dilihat dari unjuk rupa lapisan pada material paduan aluminium AA5051, yang bagus terjadi pada waktu pencelupan mulai dari 40 menit dengan tegangan 3 volt dan 10 volt. Sedangkan untuk material *plain carbon steel* mulai dari 50 menit dengan tegangan 4 volt dan 8 volt.

Penelitian sebelumnya (Afandi, Arif et al. 2009) menyatakan bahwa ketebalan

berbanding lurus dengan waktu dan arus yang berbeda dengan variasi tegangan 4.5, 6 dan 7.5 Volt untuk waktu pencelupan 10, 20, 30 dan 40 menit, penelitian ini diperoleh grafik dengan tren yang sama dimana memperlihatkan hubungan ketebalan dan waktu berbanding lurus. Dengan penerapan parameter pelapisan elektroplating terlihat pada grafik waktu dan ketebalan untuk kedua

material (Gbr. 3 dan 4) masih memperlihatkan garis linier atau berbanding lurus. Untuk paduan aluminium AA5051 dan plain carbon steel pada tegangan 10 Volt grafik terlihat lebih landai dibandingkan dengan tegangan 3 Volt.

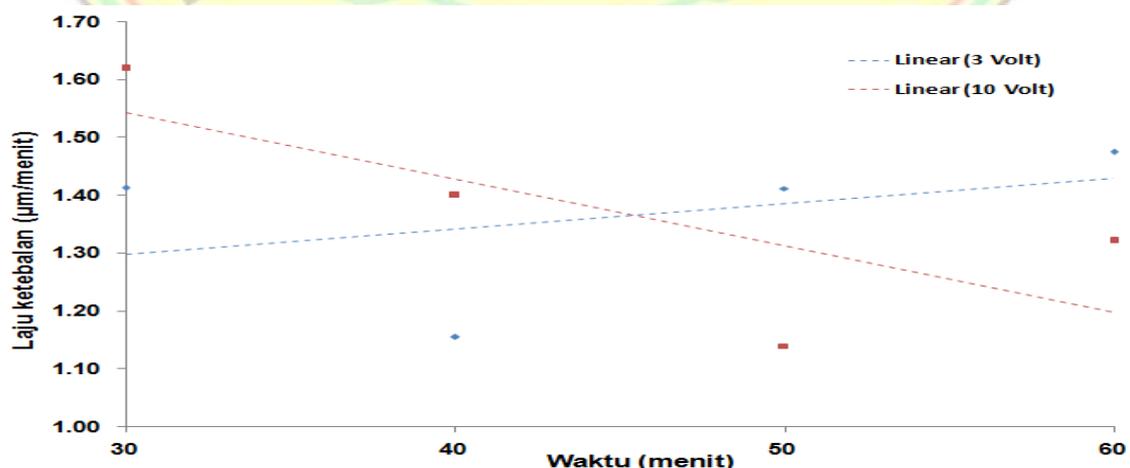
Perhitungan rata-rata laju ketebalan lapisan paduan aluminium AA5051 sebesar  $1.40 \mu\text{m}$  per menit dengan waktu 30 menit pada tegangan sebesar 10 Volt dan yang terendah adalah  $1.00 \mu\text{m}$  per menit dengan 40 menit pada tegangan sebesar 3 Volt. Rata-rata laju ketebalan lapisan material plain carbon steel sebesar  $1.77 \mu\text{m}$  per menit dengan waktu 60 menit pada tegangan sebesar 4 Volt dan yang terendah adalah  $0.35 \mu\text{m}$  per menit dengan 40 menit pada tegangan sebesar 4 Volt, hasil ini ditampilkan pada gambar 7 dan 8.

Jika dilihat dari unjuk rupa lapisan pada material paduan aluminium AA5051, yang bagus terjadi pada waktu pencelupan mulai dari 40 menit dengan tegangan 3 volt dan 10 volt. Sedangkan untuk material plain carbon steel mulai dari 50 menit dengan tegangan 4 volt dan 8 volt.

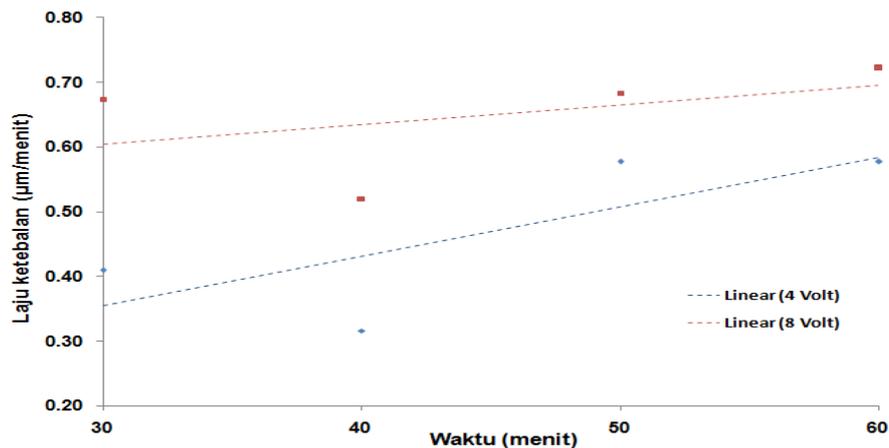
Penelitian sebelumnya (Afandi, Arif et al. 2009) menyatakan bahwa ketebalan

berbanding lurus dengan waktu dan arus yang berbeda dengan variasi tegangan 4.5, 6 dan 7.5 Volt untuk waktu pencelupan 10, 20, 30 dan 40 menit, penelitian ini diperoleh grafik dengan tren yang sama dimana memperlihatkan hubungan ketebalan dan waktu berbanding lurus. Dengan penerapan parameter pelapisan elektroplating terlihat pada grafik waktu dan ketebalan untuk kedua material (Gbr. 3 dan 4) masih memperlihatkan garis linier atau berbanding lurus. Untuk paduan aluminium AA5051 dan plain carbon steel pada tegangan 10 Volt grafik terlihat lebih landai dibandingkan dengan tegangan 3 Volt.

Perhitungan rata-rata laju ketebalan lapisan paduan aluminium AA5051 sebesar  $1.40 \mu\text{m}$  per menit dengan waktu 30 menit pada tegangan sebesar 10 Volt dan yang terendah adalah  $1.00 \mu\text{m}$  per menit dengan 40 menit pada tegangan sebesar 3 Volt. Rata-rata laju ketebalan lapisan material plain carbon steel sebesar  $1.77 \mu\text{m}$  per menit dengan waktu 60 menit pada tegangan sebesar 4 Volt dan yang terendah adalah  $0.35 \mu\text{m}$  per menit dengan 40 menit pada tegangan sebesar 4 Volt, hasil ini ditampilkan pada gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Grafik waktu dan laju ketebalan untuk paduan aluminium AA5051



Gambar 8. Grafik waktu dan laju ketebalan untuk plain carbon steel.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Ketebalan lapisan untuk paduan aluminium dan baja yang terjadi tergantung pada parameter pelapisan yaitu waktu dan tegangan yang diberikan.
- Berdasarkan hasil unjuk rupa lapisan yang baik untuk material paduan aluminium AA5051 dimulai dari waktu pencelupan 40 menit dengan tegangan 3 dan 10 Volt. Sedangkan untuk plain carbon steel dengan waktu pencelupan 50 menit dengan tegangan 4 Volt dan 8 volt.
- Laju ketebalan lapisan untuk paduan aluminium AA5051 yang tertinggi 1.40 µm per menit (waktu pencelupan 30 menit dan tegangan 10 Volt) sedangkan yang terendah adalah 1.00 µm per menit (waktu pencelupan 40 menit dan tegangan 3 Volt).
- Laju ketebalan lapisan untuk material plain carbon steel yang tertinggi 1.77 µm per menit (waktu pencelupan 60 menit dan tegangan 4 Volt) sedangkan yang terendah adalah 0.35 µm per menit (waktu pencelupan 40 menit dan tegangan 4 Volt).

Adapun rekomendasi yang dapat disampaikan pada pengerajin industri pelapisan logam di Pekanbaru adalah sebagai berikut:

- Parameter pelapisan yang dapat digunakan untuk melapisi paduan aluminium AA5051 sebaiknya dengan tegangan 3 atau 10 Volt, waktu pencelupan adalah 45 menit. Sedangkan untuk melapisi material plain carbon steel sebaiknya waktu pencelupan 50 menit untuk tegangan 4 dan 8 Volt.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Achanta, G., Modzelewska, A., Feng, L., Khan, S.R., Huang, P., 2006, "A Boronic-chalcone Derivative Exhibits Potent Anticancer Activity through Inhibition of the Proteasome", *Molecular Pharmacology*, **70(1)**, 426-433.
- Afandi, Arif et al., 2009, Rancang Bangun Dan Optimalisasi Elektroplating, Tugas Akhir, Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Cahyono, H., 2012, Analisa Pelapisan Paduan Aluminium Dengan Metode Elektroplating Untuk Waktu Pencelupan 30, 40, 50, dan 60 menit, Tugas Akhir, Program Studi Teknik

- Mesin Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru.
- Kanani, N., 2004, *Electroplating: Basic Principles, Processes and Practice*, Elsevier Ltd, The Netherlands, Amsterdam.
- Mustaqim, 2012, Pengaruh Variasi Tegangan Dan Waktu Pencelupan Proses Elektroplating Pada Baja Terhadap Ketebalan Lapisan Krom, Tugas Akhir, Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Riau, Pekanbaru.
- Suratman, R., 1994, *Panduan Proses Perlakuan Panas*, Lembaga Penelitian Institut Teknologi Bandung, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- S, R. Sudigdo, H. Enang Suma A., Agus Solehudin, 2002, Optimasi Kondisi Proses Pada Pelapisan Logam Nikel Dekoratif (Elektroplating) Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Industri Kecil Pelapisan Logam, *Jurnal Torsi*, Volume II, No. 2, Oktober 2002, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Suarsana, I Ketut, 2008, Pengaruh Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif Terhadap Tingkat Kecerahan Dan Ketebalan Lapisan, *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CAKRAM*, Vol. 2 No. 1, Juni 2008, hal 48-60, Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali.

