

PENGARUH PERLAKUAN PANAS HASIL PELAPISAN ZINCATE-NICKEL HARD CHROMIUM PADA ALUMINIUM TERHADAP LAJU KEAUSAN

Amran Majdid¹, Ike Widyastuti²

Abstraksi

Pelapisan *zincate-Ni Hard Chromium plating* pada Aluminium bertujuan untuk meningkatkan kekerasan dari logam induk (pelapisan rekayasa) yang pada akhirnya dapat digunakan untuk meningkatkan ketahanan aus material. Lama waktu pelapisan berpengaruh terhadap ketebalan hasil lapisan deposit dengan bertambahnya ion-ion logam yang terdeposisi, sementara pemanasan dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kekerasan dengan melalui proses aging sehingga akan meningkatkan ketahanan aus atau menurunkan laju keausan material. Laju keausan material akan mengalami penurunan pada proses dengan pemanasan temperatur *aging* 200⁰C hingga 12%-25%. Hal ini disebabkan karena terbentuknya presipitasi pada hasil lapisan yang meningkatkan kekerasan. Namun apabila temperatur terus ditingkatkan hingga 400⁰C yang terjadi adalah peningkatan laju keausan atau penurunan ketahanan aus bahan, yang disebabkan karena terjadinya pertumbuhan butir atau pengkasaran butir logam.

Kata Kunci : Laju Keausan, Temperatur *Aging*, Zincate-Ni Hard Chromium

PENDAHULUAN

Salah satu proses pengerjaan akhir untuk permukaan logam adalah dengan proses pelapisan logam. Pelapisan logam merupakan proses melapisi suatu benda kerja dengan logam lain yang dapat dilakukan menggunakan bahan pelapis dalam bentuk cair, pasta maupun padat baik menggunakan listrik (*electroplating*) atau tanpa listrik (*electroless plating*). Adapun tujuan pelapisan logam secara umum adalah untuk mendapatkan suatu produk yang lebih baik, permukaan yang mengkilat, cemerlang, tahan terhadap korosi, menahan gesekan dan memiliki sifat mekanik dan sifat fisik yang lebih baik.

Saat ini aluminium (Al) merupakan salah satu logam yang banyak diaplikasikan di lapangan karena mempunyai ketahanan korosi yang baik, tetapi tidak mempunyai ketahanan yang baik terhadap keausan karena sifatnya yang lunak. Untuk itu perlu

dilakukan usaha meningkatkan ketahanan aus pada permukaan logam aluminium dengan pelapisan. Salah satu proses pelapisan yang dapat diaplikasikan adalah *zincate-Ni Hard Chrom plating* yang selanjutnya dilakukan proses perlakuan panas (*aging*). Tujuannya adalah mendapatkan permukaan logam Al yang tahan aus dan dapat diaplikasikan untuk komponen mesin yang mengalami gesekan seperti : *piston ring, crankshaft, bearing surface*, blok mesin, dan masih banyak lagi yang lainnya.

Permasalahan yang muncul dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh lama waktu pelapisan dan temperatur *aging* terhadap laju keausan hasil pelapisan *zincate-Ni Hard Chrom plating*. Lama waktu pelapisan divariasikan 20, 30 dan 40 menit dengan variasi temperatur *aging* 200⁰C, 300⁰C dan 400⁰C. Tujuan penelitian untuk mengetahui sejauh mana pengaruh waktu

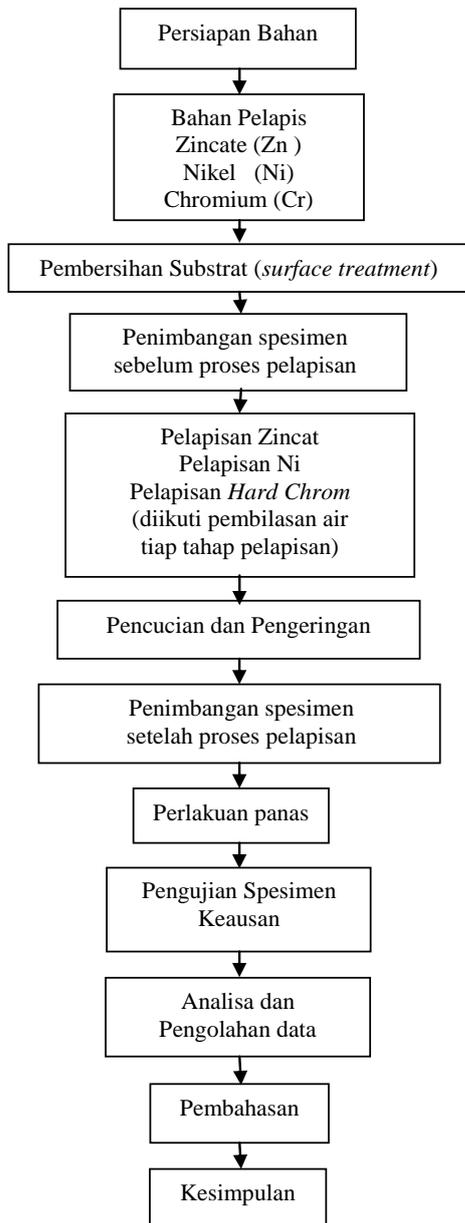
¹ Alumni Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang

² Dosen Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang

pelapisan dan temperatur *aging* terhadap laju keausannya.

METODOLOGI

Metodologi penelitian dapat dilihat berdasarkan diagram alir penelitian sebagai berikut :

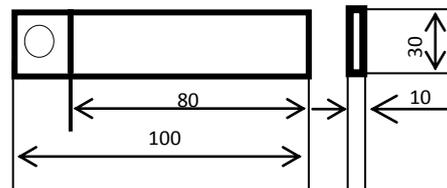


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Alat Dan Bahan

a. Material spesimen (logam substrat/benda kerja) : plat Aluminium 6063 (*Al-Si-Mg*)

dengan dimensi 100 x 30 x 10 (mm) sebanyak 18 buah spesimen.



Gambar 2. Dimensi Spesimen (Logam Substrat)

- b. Pelapisan yang dilakukan adalah *zincate-nikel hard chromium*.
- c. Komposisi larutan elektrolit untuk pembersihan awal menggunakan larutan dengan perbandingan komposisi *asam nitrat : cathodic alkali : air* yaitu 2:1:97
- d. Komposisi larutan elektrolit pelapisan tahap pertama adalah *zinc oxide*.
- e. Komposisi larutan elektrolit pelapisan nikel adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi Larutan Pelapis

Bahan	Komposisi	Satuan
Zinc Oxide	25	gram/l
Sodium hydroxide	125	gram/l
Nickel sulfate	150 – 400	gram/l
Nickel chloride	20 – 80	gram/l
Boric acid	15 – 50	gram/l
Brighener (Naphthalene disulfonic)	5 – 15	gram/l
Chromic acid	300	gram/l
Sulphuric acid	0,6	gram/l
Ethanol	1	ml
Air		

- f. Variasi waktu pelapisan nikel 20, 30 dan 40 menit.
- g. Komposisi larutan elektrolit pelapisan *hard chromium* adalah : *chromic acid, sulphuric acid, sodium hydroxide, ethanol*.
- h. Variasi temperatur perlakuan panas (*aging*) adalah 200°C, 300°C dan 400°C dengan *holding time* 30 menit.

- i. Parameter pelapisan : arus 10 A, tegangan 12 volt, temperatur elektrolit 50⁰C

Tahapan Pelapisan

1. *Surface treatment* dilakukan pada substrat menggunakan larutan pembersih dilanjutkan dengan pembilasan (*rinsing*).
2. Proses pelapisan pertama adalah *pelapisan zincate*, dimana pelapisan tersebut hanya dilakukan dengan pencelupan ke dalam bejana berisi larutan *elektrolit zinc oxide* selama 2 – 3 menit untuk pelapisannya.
3. Pembilasan dengan air.
4. Pelapisan tahap ke dua yaitu pelapisan nikel menggunakan anoda plat nikel dan larutan elektrolit dengan komposisi sesuai tabel 1. Pelapisan dilakukan dengan variasi waktu 20, 30 dan 40 menit pada temperatur 50⁰C dan arus 10A.
5. Pembilasan dengan air
6. Selanjutnya dilakukan proses pelapisan *hard chromium* menggunakan larutan *elektrolit chromic acid, sulphuric acid, sodium hydroxide, ethanol* dengan anoda plat *stainless steel*
7. Pembilasan dengan air
8. Pengeringan benda kerja
9. Pemanasan benda kerja (proses *aging*) dilakukan di dapur listrik dengan variasi temperatur dan pendinginan udara.
10. Dilakukan pengujian keausan untuk Al yang telah dilapisi dengan dan tanpa perlakuan panas *aging*. Mekanisme uji aus menggunakan mekanisme gesek

(roda gesek). Parameter pengujian keausan adalah tebal cincin putar (B) 3 mm dan diameter cincin putar (d) 30 mm. Putaran roda 980 rpm, beban yang diberikan 8 kg dengan waktu selama 5 menit .

Tempat Pelaksanaan Penelitian Dan Pengujian

1. Proses pelapisan dan pengujian keausan dilaksanakan di laboratorium $\alpha\beta\gamma$ Malang.
2. Proses perlakuan panas dilaksanakan di laboratorium pengujian logam Jurusan Teknik Mesin Universitas Merdeka Malang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Pengujian

Data hasil penimbangan sebelum dan sesudah pelapisan selanjutnya digunakan untuk menghitung ketebalan lapisan deposit dengan rumus sebagai berikut.

$$Tebal\ deposit = \frac{W}{A \times \gamma} (mm)$$

Dimana :

W = berat deposit (gr)

A = luas penampang (mm²)

γ = berat jenis *hard chrom* (gr/mm³)

Berat jenis *zinc* = 7,16 gram/cm³

Berat jenis *chrome* = 7,12 gram/cm³

Berat jenis *nickel* = 8,87 gram/cm³

Tabel 2. Data Penimbangan Hasil Pelapisan Zincate– Nickel Hard Chromium dan Ketebalan Deposit

Waktu Pelapisan (menit)	Spc	Berat (gram)		Lapisan Deposit		
		Awal	Akhir	Rerata Deposit (gram)	Tebal Deposit (µm)	Rerata Tebal Deposit (µm)
20	1	63,97	64,92	0,95	17,7	17,53
	2	65,49	66,45	0,96	17,9	
	3	60,02	60,94	0,92	17,1	
	4	60,08	61,02	0,94	17,5	
	5	72,28	73,21	0,93	17,3	
	6	72,29	73,24	0,95	17,9	
30	1	66,08	67,07	0,99	18,4	18,25
	2	67,65	68,66	1,01	18,8	
	3	62,87	63,84	0,97	18,1	
	4	69,70	70,69	0,99	18,4	
	5	72,45	73,43	0,96	17,9	
	6	72,58	73,57	0,99	17,9	
40	1	66,44	69,46	1,02	19,0	20,86
	2	68,99	70,20	1,2	22,4	
	3	69,95	70,95	1	18,4	
	4	71,23	72,43	1,2	22,4	
	5	73,95	75,05	1,1	20,5	
	6	73,99	75,14	1,20	22,4	

Tabel 3. Perhitungan Berat Hasil Uji Keausan Spesimen Setelah Aging

Temperatur Aging (°C)	Waktu Pelapisan (menit)	Sliding (gram)			Berat hilang (gram)			Berat Hilang Rata-rata (gram)	Rerata (gram)	
		1	2	3	1	2	3			
200	20	64.89	64.85	64.83	0.03	0.07	0.09	0.0567	0.0617	
		66.42	66.38	66.36	0.03	0.07	0.09	0.0667		
	30	67.05	67.01	66.99	0.02	0.06	0.08	0.057	0.0520	
		68.63	68.61	68.58	0.03	0.05	0.08	0.047		
	40	69.44	69.41	69.39	0.02	0.05	0.07	0.0467	0.0467	
		70.18	70.15	70.13	0.02	0.05	0.07	0.0467		
	300	20	60.90	60.87	60.84	0.04	0.07	0.10	0.0633	0.0633
			60.98	60.95	60.93	0.04	0.07	0.09	0.0633	
		30	63.81	63.77	63.75	0.03	0.07	0.09	0.0533	0.0533
			70.65	70.62	70.61	0.04	0.07	0.08	0.0533	
		40	70.92	70.89	70.86	0.03	0.06	0.09	0.067	0.0501
			72.41	72.36	72.34	0.02	0.07	0.09	0.0433	
400	20	73.17	73.14	73.12	0.04	0.07	0.09	0.0667	0.0683	
		73.21	73.18	73.16	0.03	0.06	0.08	0.07		
	30	73.40	73.37	73.35	0.03	0.06	0.08	0.0633	0.0633	
		73.55	73.53	73.49	0.02	0.04	0.08	0.0633		
	40	75.03	75.00	74.97	0.02	0.05	0.08	0.06	0.0600	
		75.12	75.09	75.08	0.02	0.05	0.06	0.06		

Perhitungan laju keausan rata-rata (gram/mm) :

$$\dot{m} = \frac{m_{rata-rata}}{s}$$

s : jarak luncur keausan (mm) : V x t

V : kecepatan linier roda gesek (m/min)

$$: V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

t : waktu (menit)

d : diameter cincin putar (mm)

$$m_{rata-rata} = \frac{\sum \text{berat hilang}}{n}$$

$m_{rata-rata}$ = berat hilang rata-rata

n : jumlah pengujian (sliding)

Tabel 4. Perhitungan Laju Keausan Rata-Rata Sebelum Aging

Waktu Pelapisan (menit)	Spc	Berat hilang Rata-rata (gram)	Rata-rata berat hilang (gram)	Laju Keausan Rata-rata (gram/mm)
20	1	0,27	0,263	$1,76 \cdot 10^{-4}$
	2	0,26		
	3	0,26		
30	1	0,24	0,250	$1,67 \cdot 10^{-4}$
	2	0,26		
	3	0,25		
40	1	0,25	0,246	$1,65 \cdot 10^{-4}$
	2	0,25		
	3	0,24		

Sumber : Johan Nurdianto, 2007

Tabel 5. Perhitungan Laju Keausan Rata-Rata Setelah Aging

Temperatur Aging	Laju keausan rata-rata (gram/mm)			Rerata (gram/mm)
	20 menit	30 menit	40 menit	
200	$1,367 \cdot 10^{-4}$	$1,126 \cdot 10^{-4}$	$1,017 \cdot 10^{-4}$	$1,170 \cdot 10^{-4}$
300	$1,371 \cdot 10^{-4}$	$1,154 \cdot 10^{-4}$	$1,086 \cdot 10^{-4}$	$1,203 \cdot 10^{-4}$
400	$1,480 \cdot 10^{-4}$	$1,371 \cdot 10^{-4}$	$1,299 \cdot 10^{-4}$	$1,383 \cdot 10^{-4}$
Rata-rata (gr/min)	$1,406 \cdot 10^{-4}$	$1,217 \cdot 10^{-4}$	$1,152 \cdot 10^{-4}$	

Pembahasan

Berdasarkan pengujian terhadap logam hasil pelapisan zincate nickel hard chromium dengan variasi waktu pelapisan dan variasi temperatur aging diperoleh hubungan waktu pelapisan terhadap ketebalan deposit bahwa ketebalan deposit rata-rata yang dihasilkan mengalami peningkatan hingga 19% pada penambahan waktu pelapisan sampai 40 menit, dengan ketebalan rata-rata maksimum yang dicapai 20,86µm (tabel 2). Ketebalan rata-rata minimum terjadi saat waktu pelapisan 20 menit. Peningkatan

ketebalan ini terjadi karena dengan semakin lamanya waktu pelapisan maka proses ionisasi dari logam pelapis juga semakin banyak sehingga akan meningkatkan deposit logam pelapis terhadap logam substrat. Ketebalan hasil lapisan lebih banyak dipengaruhi oleh lama waktu pelapisan. Adapun variasi temperatur *aging* tidak terlalu berpengaruh terhadap ketebalan deposit yang diperoleh. Deposit mencapai kondisi maksimal pada proses elektrolisa saat terjadinya pelapisan dengan adanya arus listrik. Hal ini yang mengakibatkan deposisi ion logam pelapis dapat terdeposisi ke permukaan logam substrat dengan baik.

Berdasarkan data pada tabel 4, hasil pengujian keausan pada hasil pelapisan tanpa perlakuan *aging* menunjukkan terjadi penurunan laju keausan rata-rata dengan meningkatnya waktu pelapisan hingga 6,25%, dari $1,76 \cdot 10^{-4}$ gram/mm menjadi $1,65 \cdot 10^{-4}$ gram/mm. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lamanya waktu pelapisan maka ketebalan deposit akan meningkat sehingga memungkinkan terjadi peningkatan kekerasan juga dengan menggunakan pelapisan *zincate-nickel hard chromium*.

Selanjutnya pada proses pelapisan menggunakan proses tambahan *aging* (tabel 5) menunjukkan pada temperatur *aging* yang sama dengan penambahan waktu pelapisan maka terjadi penurunan laju keausan sebesar 12% - 25%. Laju keausan paling kecil terjadi pada temperatur *aging* 200°C diperoleh $1,179 \cdot 10^{-4}$ gram/mm dan

paling besar terjadi pada temperatur 400°C sebesar $1,383 \cdot 10^{-4}$ gram/mm). Semakin lama waktu pelapisan maka laju keausan semakin kecil. Hal ini terutama disebabkan semakin lama waktu pelapisan maka ketebalan deposit juga akan meningkat sehingga dapat meningkatkan ikatan antar partikel pelapis dan akhirnya akan meningkatkan kekerasan pelapisan sehingga laju keausan akan turun atau dapat dikatakan ketahanan aus spesimen meningkat.

Perbedaan harga laju keausan rata-rata pada spesimen pelapisan tanpa *aging* dibanding spesimen pelapisan dengan proses *aging*, tampak terjadi penurunan laju keausan dari harga $1,76 \cdot 10^{-4}$ gram/mm pada spesimen tanpa *aging*, menjadi $1,367 \cdot 10^{-4}$ gram/mm (untuk waktu pelapisan 20 menit) yang telah mengalami *aging*. Sementara pada kondisi pengujian dengan waktu pelapisan yang sama dan peningkatan temperatur *aging* hingga 400°C yang terjadi adalah hal sebaliknya yaitu peningkatan laju keausan sebesar 7,6% - 21,7%. Semakin tinggi temperatur *aging* maka laju keausan semakin besar.

Perbedaan laju keausan ini disebabkan pada temperatur *aging* 200°C mulai terjadi pengerasan presipitasi disebabkan interaksi dislokasi bergerak terhadap presipitat yang terjadi melalui proses nukleasi sehingga menimbulkan terjadinya kluster atom yang kecil dalam kisi yang nantinya menjadi inti presipitat, maka presipitat tersebut semakin halus, sehingga kekerasan meningkat dan laju keausan menurun. Pada kondisi temperatur *aging* yang semakin tinggi maka

akan terjadi pengasaran presipitat dan partikel halus yang terdispersi dalam jumlah banyak akan digantikan oleh partikel yang lebih kasar dengan jumlah lebih sedikit dan jarak antar partikel lebih besar. Hal ini yang menyebabkan pertumbuhan atau pengasaran besar butir pada logam hasil pelapisan dan menyebabkan menjadi lebih ulet dan akan mengalami laju keausan yang lebih besar atau dikatakan tidak tahan terhadap keausan.

SIMPULAN

1. Seiring bertambahnya waktu pelapisan sampai dengan 40 menit akan meningkatkan ketebalan lapisan deposit yang dihasilkan 21,4193 μm .
2. Temperatur *aging* tidak mempengaruhi terhadap ketebalan lapisan.
3. Semakin tinggi temperatur *aging* laju keausan pada hasil pelapisan *zinckate* – *nikel hard khrom* akan meningkat.
4. Pada temperatur *aging* 200°C terjadi laju keausan paling kecil bila dibandingkan dengan temperatur 300°C dan 400°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton J Hartono, Tomijiro Kaneko, 1993, **Mengenal Pelapisan Logam**, Penerbit Andi Offset. Yogyakarta.
- Frederick A. Lowenheim, 1909, *Modern Electroplating*, London.
- J.K. Dennis, T.E. Such, *Nickel and Chromium Plating*, London-Newnes Butter Worths.
- Johan Nurdiyanto, 2007, **Analisa Pengaruh Variasi Waktu Elektroplating Hard Chromium, Zinkate Hard Chromium dan Zinkate–Nikel Hard Chromium Pada Aluminium Terhadap Sifat Keausan**, Fakultas Teknik Jurusan Mesin Universitas Merdeka Malang

J.J More, 1981, *Chemical Metallurgy*, Butterwoth and Co (publisher)Ltd.

Sidney H.Anver, 1987, *Introduction to Physical Metallurgy*, Second Edition, MC.Graw Hill International, Singapore.

William F. Smith, *Principles Of Materials Science And Engineering*, McGrawHill Publishing Company