

PENGARUH VARIASI TEGANGAN LISTRIK DAN WAKTU PROSES *ELECTROPLATING* TERHADAP SIFAT MEKANIS DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON RENDAH DENGAN KROM

SAMSUDI RAHARJO

Jurusan teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Semarang

ABSTRAK

Penggunaan baja pada masa sekarang ini mengalami kemajuan sangat pesat dan umumnya baja banyak digunakan untuk alat-alat permesinan, konstruksi, pipa oli / gas, cetakan kue (obat), peralatan kesehatan, tempat obat, poros-poros mesin industri pangan, sifat mekanis pada permukaan baja tersebut dapat dinaikan. Peningkatan sifat-sifat fisis dapat dilakukan dengan proses pelapisan menggunakan metode *electroplating*. Penelitian ini adalah akan melihat pengaruh tegangan listrik dan waktu terhadap kekerasan, ketebalan dan struktur mikro pada hasil lapisan *hard chrome* untuk baja karbon rendah dengan menggunakan metode *electroplating*. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh variasi tegangan listrik dan waktu terhadap kekerasan, ketebalan dan struktur mikro pada baja karbon rendah dengan pelapisan metode *electroplating*. Kegiatan penelitian ini yaitu untuk menguji dan menganalisa pengaruh tegangan listrik dan waktu terhadap kekerasan, ketebalan dan struktur mikro pada baja karbon rendah dengan pelapisan *hard chrome* peralatan permesinan. Penelitian ini menggunakan baja karbon rendah yang dilapisi *hard chrome* menggunakan metode *electroplating* dengan variasi tegangan listrik 4 Volt, 6 Volt, 8 Volt, 10 Volt dan 12 Volt serta waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit lalu dilakukan pengujian kekerasan, ketebalan dan struktur mikro, selanjutnya dikontrol/ dianalisis dengan matematik regresi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketebalan lapisan *hard chrome* pada tegangan 4 Volt, 6 Volt, 8 Volt, 10 volt, 12 Volt dan waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit: 2,33 μm , 3,16 μm , 4,28 μm , 6,25 μm , 7,19 μm kemudian nilai kekerasan menunjukkan 214,28 VHN, 232,92 VHN, 254,77 VHN, 286,17 VHN, 351,29 VHN, lapisan pada struktur mikro merata dan baik serta hasil analisis regresi antara tegangan dan waktu terhadap ketebalan, tegangan dan waktu terhadap kekerasan menunjukkan nilai yang sangat signifikan. Kemudian dapat disimpulkan bahwa tebal lapisan *hard chrome* dan kekerasan akan naik seiring dengan naiknya tegangan listrik dan waktu pada proses *electroplating*.

Kata kunci: volt, waktu, ketebalan, kekerasan, struktur mikro dan *electroplating*.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan teknologi rekayasa pelapisan listrik telah banyak memberikan kontribusi yang cukup signifikan terhadap laju pertumbuhan industri kecil menengah dan pada saat ini proses *electroplating* yang dilakukan oleh Industri *electroplating* dalam menghasilkan produknya adalah dengan melapiskan logam krom pada bahan dasar/ baja carbon dengan system satu lapis atau krom keras yaitu bahan dasar dibentuk kemudian dihaluskan kemudian langsung diplating dengan krom.

Tujuan *electroplating* pada penelitian ini adalah untuk meningkatkan kekerasan permukaan baja carbon dan usaha ini dengan cara memvariasikan tegangan listrik dan waktu plating untuk menaikkan kekerasan permukaan produk seperti: kunci pas, ring, gas, rol, bolt joint dan as power steering.

Pemakaian krom keras tidak secara murni yaitu cukup dilapiskan pada permukaan baja carbon dalam bentuk produk seperti disebutkan diatas, di Industri *electroplating* dikenal dua jenis pelapisan yaitu: **krom dekoratif dan krom keras;**

Proses krom dekoratif merupakan suatu lapisan tipis kromium dengan ketebalan antara 0,25 hingga 0,75 μm dengan urutan proses empat atau minimal dua lapis, yang empat lapis didahului dengan tembaga sianida, dilanjutkan dengan tembaga asam kemudian pelapisan nikel dan tahap akhir berupa lapisan krom.

Adapun pelapisan krom keras dilakukan secara langsung terhadap bahan dasar atau produk yang sudah mengalami pekerjaan pendahuluan.

Hard chrome mempunyai ketebalan yang dapat mencapai 300 μ m dengan kekerasan lebih dari 600 VHN dan umumnya juga dipakai untuk alat-alat industri yang bergerak dan memerlukan ketahanan goresan dan abrasi yang tinggi (Purwanto, 2005: h.83). Secara umum elektroplating dimaksudkan untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu dari permukaan suatu bahan seperti menaikkan kekerasan permukaan produk, tahan korosi dan memperindah penampilan.

Pada penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan tegangan listrik pada proses *electroplating* untuk menganalisa pengaruh hasil pelapisan krom dari dua variabel bebas (tegangan listrik dan lama waktu proses pelapisan) terhadap variabel terikat yaitu kekerasan dan ketebalan hasil pelapisan.

Metode penelitian yang direncanakan menggunakan metode eksperimen laboratorium dimana data-data hasil penelitian dicatat untuk selanjutnya dianalisis dengan model matematik regresi ganda.

Berdasarkan ulasan diatas maka penulis dalam melakukan penelitian membatasi permasalahan yang diteliti: tentang sifat **kekerasan** dan **ketebalan lapisan krom** pada baja karbon rendah dengan judul: “Pengaruh variasi tegangan listrik dan waktu proses *electroplating* terhadap sifat mekanis dan strukturmikro baja karbon rendah dengan krom”.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan suatu cara yang digunakan dalam penelitian sehingga pelaksanaan dan hasilnya dapat dipertanggungjawabkan secara kajian ilmiah. Penelitian yang dilaksanakan ini menggunakan metode eksperimental yakni metode untuk mencari hubungan sebab akibat antara factor-faktor lain yang sengaja ditimbulkan oleh penelitian, dengan mengurangi atau menambah faktor-faktor lain yang bisa mengganggu.

Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian merupakan suatu system pengambilan data dalam suatu penelitian. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu suatu metode yang mengusahakan timbulnya variable-variabel dan selanjutnya dikontrol untuk dilihat pengaruhnya (Arikunto, 1997: 89)

Variabel Penelitian

Ada empat variable yang akan diteliti: yaitu variable bebas terdiri dari; tegangan listrik, lama waktu serta variable terikat yaitu: kekerasan dan ketebalan lapisan, kemudian dianalisis menggunakan **analisis matematika regresi ganda**.

Variable penelitian

Variabel penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel bebas

Menerangkan bahwa variable bebas merupakan tegangan listrik dan waktu proses pelapisan *hard chrome*

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variable bebas, adapun yang menjadi variable terikat dalam penelitian ini adalah ketebalan dan kekerasan lapisan *hard chrome*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

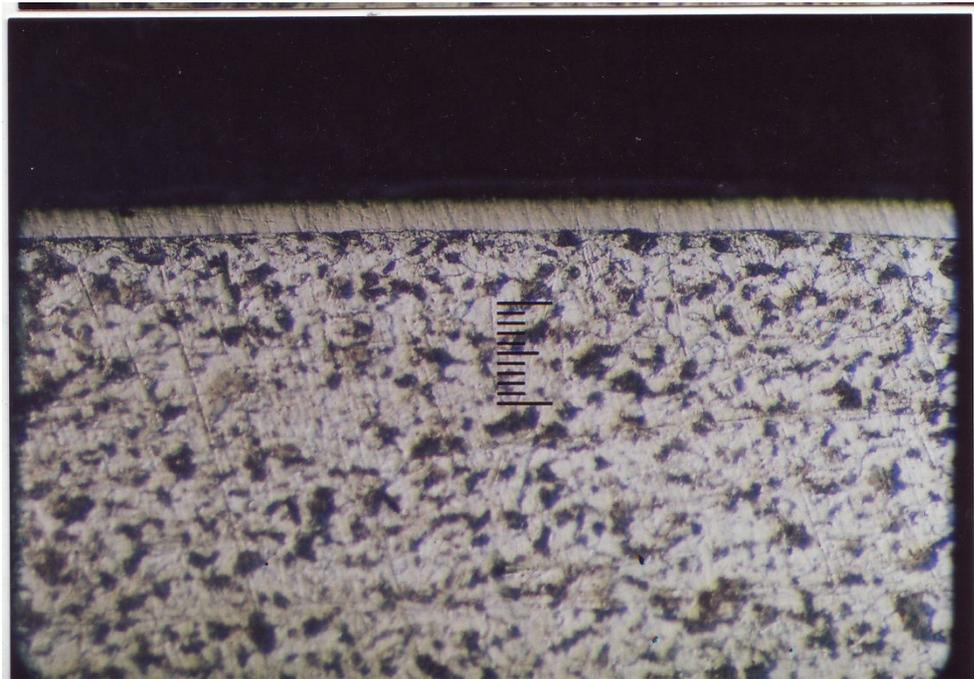
1. Pengujian ketebalan lapisan hard chrome dengan thickness meter

Pengujian spesimen dilakukan dengan menggunakan peralatan thickness meter dengan menempelkan sensor pada permukaan specimen disajikan pada tabel 4.1.

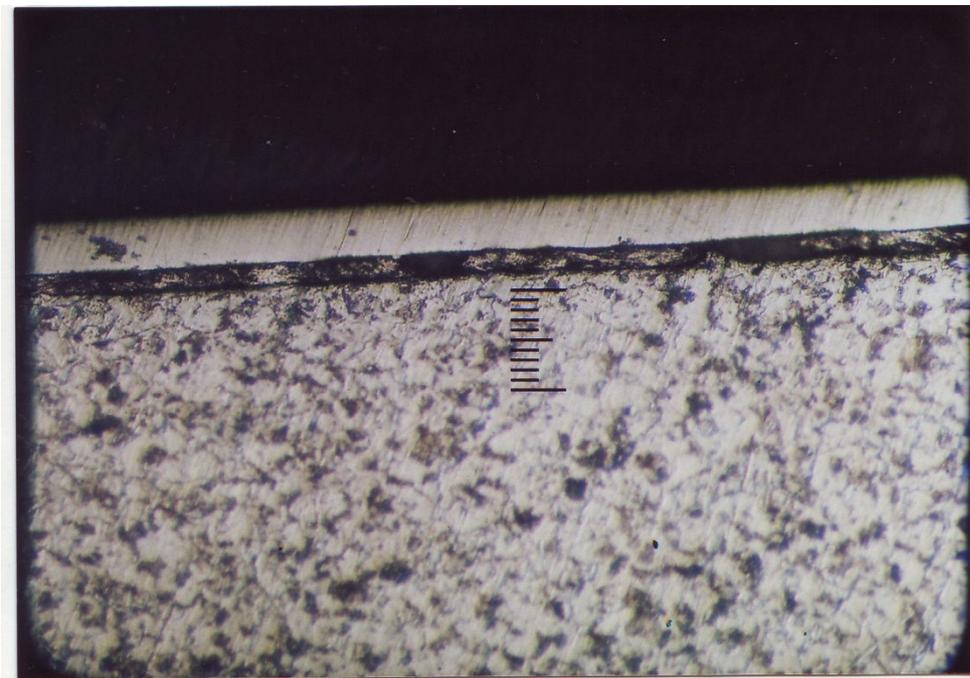
Tabel 4.1 Menyajikan hasil tebal lapisan *hard chrome*

Tegangan Listrik	Spesimen	Pengukuran ke						Tebal(μm)	Rata-rata (μm)
		1	2	3	4	5	6		
4 Volt	1	3.1	2.1	2.3	2.02	2.3	2.2	2.34	2.33
	2	2.4	2	2.1	3.2	2.05	2.4	2.36	
	3	2.2	2.32	2.36	2.28	2.15	2.34	2.28	
	4	2.24	2.12	2.3	2.34	2.1	2.12	2.20	
	5	2.15	3.02	2.22	2.31	2.14	3.11	2.49	
6 Volt	1	3.2	3.1	3.14	3.21	3.1	3.12	3.15	3.16
	2	3.5	3.3	3.31	3.12	3	3.16	3.23	
	3	3.1	2.9	3.3	3.1	3.11	3.21	3.12	
	4	3.1	3.13	3.16	3.13	3.28	3.17	3.16	
	5	3.18	3.06	3.16	3.27	3.15	3.12	3.16	
8 Volt	1	4.7	3.4	4.2	4.3	4.1	4.8	4.25	4.28
	2	4.8	4.4	4.2	4.1	4.3	4.7	4.42	
	3	4.5	4.2	4.4	4.2	4.5	4.15	4.33	
	4	4.1	4.23	4.3	3.9	4.3	4.1	4.16	
	5	4.01	4.14	4.21	4.32	4.35	4.57	4.27	
10 Volt	1	6.11	6.2	6.24	6.23	6.11	6.4	6.22	6.25
	2	6.52	6.1	6.33	6.2	5.42	6.13	6.12	
	3	6.7	6.2	6.8	6.2	6.1	6.2	6.37	
	4	6.1	6.22	6.5	6.18	6.6	6.4	6.33	
	5	6.2	6.24	6.1	6.3	6.2	6.15	6.20	
12 Volt	1	7.5	7.2	6.7	7.5	7.1	6.8	7.13	7.19
	2	7.1	6.7	7.8	7.3	7.2	7.15	7.21	
	3	7.2	7.3	7.23	7.1	6.7	7.3	7.14	
	4	6.95	7.5	7.1	6.98	7.45	7.3	7.21	
	5	7.2	6.87	7.3	7.4	6.88	7.8	7.24	

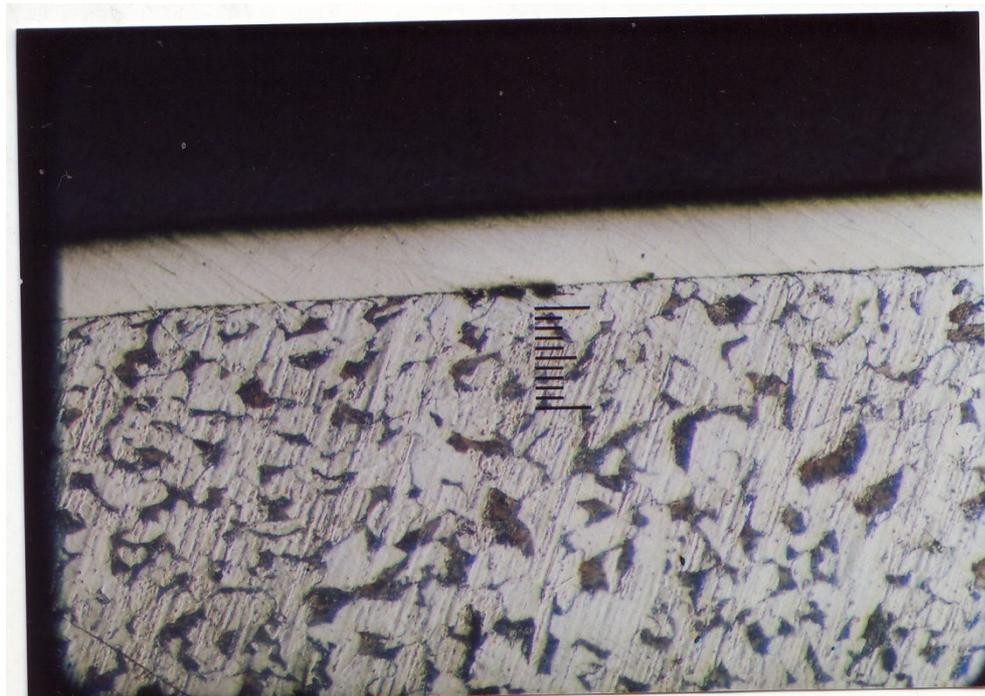
2. Pengujian Ketebalan Lapisan *Hard chrome* dengan menggunakan mikroskop optic pada pembesaran gambar 200 X, disajikan pada gambar struktur mikro 4.1 – 4.5.



Gambar 4.3 Struktur mikro pada tegangan 8 volt

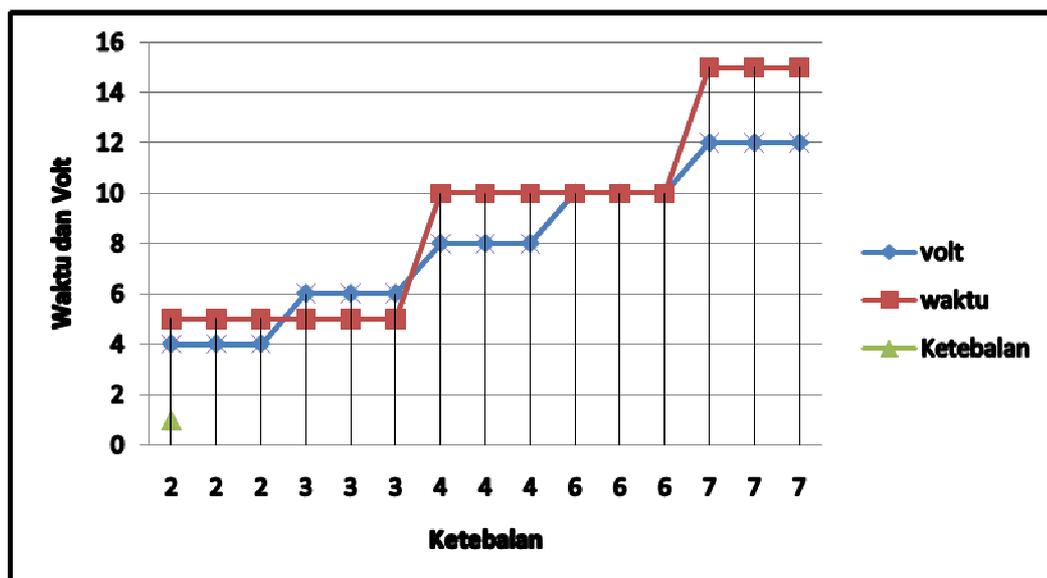


Gambar 4.4 Struktur mikro pada tegangan 10 volt



Gambar 4.5 Struktur mikro pada tegangan 12 volt

Tabel 4.1 menunjukkan adanya perbedaan tebal lapisan hard chrome yang disebabkan oleh variasi tegangan listrik pada saat pelapisn. Spesimen yang pada saat proses pelapisan diberi tegangan 4 volt memiliki tebal rom rata-rata sebesar 2,33 μ m, ketebalan ini semakin naik menjadi 3,16 μ m pada spesimen yang diberi tegangan 6 volt, dan untuk spesimen dengan tegangan 8 volt tebal lapisan naik menjadi 4,28 μ m, serta tebal lapisan spesimen yang diberi tegangan 10 volt hasilnya naik menjadi 6,25 μ , serta pada tegangan yang diberikan pada 12 volt lapisan krom naik menjadi 7,19 μ m.



Gambar 4.6 Pengaruh tegangan listrik terhadap ketebalan lapisan

Gambar 4.6 menunjukkan adanya kenaikan tebal lapisan krom seiring dengan naiknya tegangan listrik pada proses electroplating, hal ini disebabkan tegangan listrik sangat

mempengaruhi jumlah muatan yang mengalir dari anoda ke katoda, semakin besar tegangan listrik yang diberikan pada proses electroplating maka jumlah ion-ion yang mengalir ke katoda akan semakin banyak dan semakin cepat menempel kekatoda, akan tetapi jika tegangan yang diberikan terlalu besar maka spesimen akan hangus.

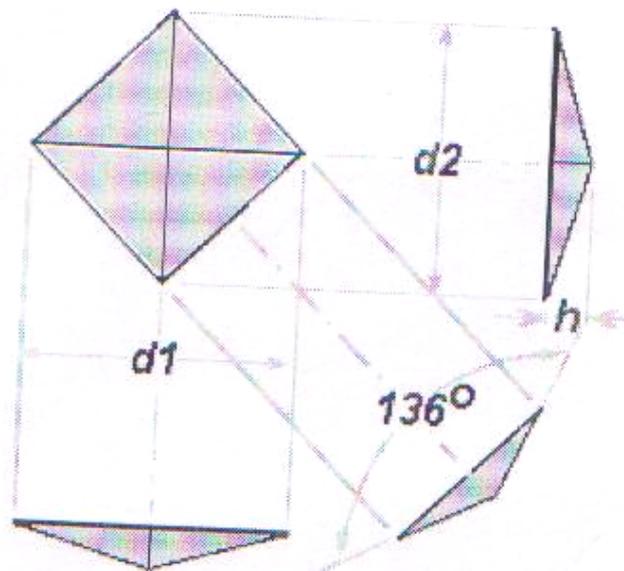
3. Pengujian Kekerasan Lapisan Hard chrome berdasar alat

Pada pengujian cara ini mula – mula permukaan logam yang diuji ditekan dengan indenter yang berbentuk piramida intan bagian dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besar sudut antara permukaan – permukaan piramida yang berhadapan adalah 136° . Angka kekerasan piramida intan atau angka kekerasan *Vickers* (VHN atau VPN), secara teoritis diartikan sebagai beban bagi luas penampang lekukan. VHN dapat ditentukan dari persamaan sebagai berikut :

$$HN = 2.P.\text{Sin}(\alpha/2) : d^2 = 1,854 P:d^2(\text{kg/mm}^2) \dots\dots\dots\text{pers (4.1)}$$

dimana :

- P = Beban yang diterapkan (kg)
- d = Panjang diagonal rata – rata
- α = Sudut antara intan yang berlawanan (136°)



Indenter diamond vickers dengan kedalaman penetrasi 1/7 panjang diagonal bujur sangkar terhadap specimen uji (www Gordon england co.uk), skala tanda injakan dalam eksperimen panjang diagonal bujur sangkar $15 \mu\text{m}$, maka bila dihitung tebal lapisan minimal yang terbentuk adalah: $1/7 \times 15 \mu\text{m} = 2,14 \mu\text{m}$.

Hasil Perhitungan Kekerasan lapisan *Hard chrome* berdasar alat menggunakan alat penguji Mikro Vickers hardness dengan pembebanan 200 gram, didapatkan diagonal d1 dan d2 hasil injakan indenter sebagai acuan dalam perhitungan nilai keras specimen sebelum dan sesudah dilapis dengan lapisan Hard chrome dengan menggunakan persamaan (4.2):

Tabel 4.2. Hasil pengujian kekerasan raw material

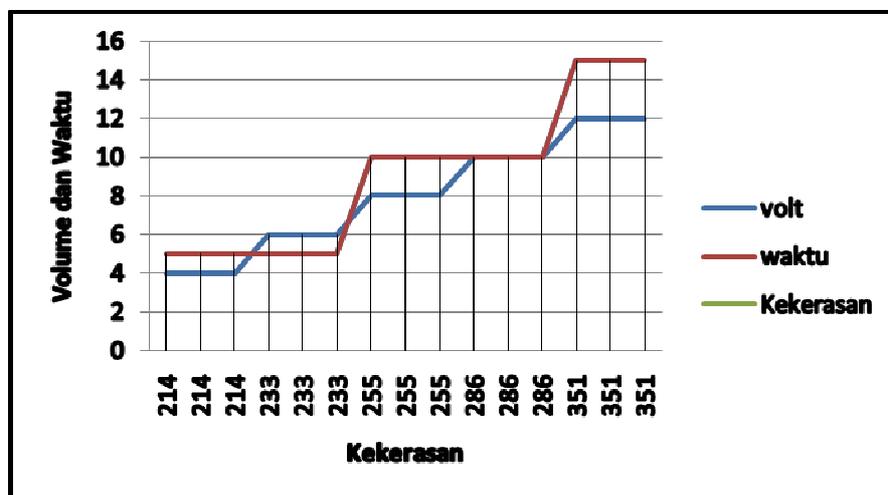
Spesimen	Titik	D1 (µm)	D2 (µm)	D rata-rata	VHN
Raw Material	Acak	47,54	48	47,75	165,2

Tabel 4.3. Hasil pengujian kekerasan lapisan hard chrome

Tegangan Listrik	Spesimen	Titik	D1 (µm)	D2 (µm)	D rata-rata	Σ	VHN	VHN Rata - Rata
4 Volt	1	1	41.12	40.42	40.77	41.90	212.22	214.28
		2	41.03	43.13	42.08			
		3	42.50	40.32	41.41			
		4	43.21	43.21	43.21			
		5	40.12	42.12	41.12			
		6	44.41	41.21	42.81			
	2	1	41.12	42.32	41.72	41.41	216.34	
		2	40.32	40.56	40.44			
		3	42.56	43.11	42.84			
		4	41.25	41.23	41.24			
		5	40.31	40.56	40.44			
		6	41.21	42.33	41.77			
6 Volt	1	1	39.12	40.21	39.67	40.47	232.91	232.92
		2	40.23	39.11	39.67			
		3	42.56	40.23	41.40			
		4	41.25	41.12	41.19			
		5	40.31	40.05	40.18			
		6	41.21	40.22	40.72			
	2	1	39.25	39.50	39.38	39.92	232.92	
		2	38.12	40.52	39.32			
		3	40.23	40.12	40.18			
		4	40.21	41.11	40.66			
		5	39.32	40.32	39.82			
		6	40.11	40.22	40.17			
8 Volt	1	1	38.21	37.25	37.73	38.28	255.44	254.77
		2	39.41	38.15	38.78			
		3	38.25	38.21	38.23			
		4	37.11	39.23	38.17			
		5	38.23	40.16	39.20			
		6	37.15	38.03	37.59			
	2	1	37.25	39.51	38.38	38.21	254.10	
		2	38.21	38.12	38.165			
		3	38.14	37.12	37.63			
		4	39.13	37.41	38.27			
		5	39.16	38.26	38.71			
		6	38.11	38.11	38.11			

10 Volt	1	1	36.80	53.12	44.96	37.83	286.11	286.17
		2	38.12	37.54	37.83			
		3	35.26	36.41	35.84			
		4	35.11	36.12	35.62			
		5	36.54	37.23	36.89			
		6	36.12	35.64	35.88			
	2	1	36.52	35.12	35.82	36.01	286.23	
		2	37.84	36.41	37.13			
		3	35.16	35.63	35.40			
		4	36.45	35.11	35.78			
		5	36.11	35.23	35.67			
		6	35.64	36.85	36.25			
12 Volt	1	1	32.70	33.56	33.13	32.82	362.10	351.29
		2	34.13	34.27	34.20			
		3	31.60	33.24	32.42			
		4	32.73	32.15	32.44			
		5	31.60	31.60	31.6			
		6	32.73	33.56	33.15			
	2	1	34.14	33.21	33.68	33.60	340.49	
		2	35.26	33.26	34.26			
		3	32.21	32.41	32.31			
		4	33.26	33.41	33.34			
		5	34.56	35.12	34.84			
		6	33.11	33.26	33.19			

Tabel 4.2 dan table 4.3 menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai kekerasan Vickers yang disebabkan oleh variasi tegangan listrik di mana untuk specimen yang diberi tegangan 4 Volt memiliki nilai kekerasan sebesar 214,28 VHN, nilai kekersan ini semakin naik menjadi 232,92 VHN pada specimen yang diberi tegangan 6 Volt, untuk specimen yang diberi tegangan 8 Volt nilai kekerasan lapisan akan naik menjadi 254,77 VHN, nilai kekersan yang diberi tegangan 10 Volt akan naik menjadi 286,17 VHN dan pada tegangan 12 Volt nilai kekersana lapisan specimen akan naik menjadi 351 VHN.



Gambar 4.8 Pengaruh tegangan listrik terhadap kekerasan

Gambar 4.7 menunjukkan adanya kenaikan nilai kekerasan (VHN) yang disebabkan dengan seiring kenaikan tegangan listrik yang diberikan pada tiap-tiap specimen, semakin tinggi tegangan yang diberikan maka jumlah muatan yang mengalir dan menempel pada katoda akan semakin banyak dan menyebabkan lapisan yang dihasilkan semakin tebal, tebal lapisan ini mempengaruhi naiknya nilai kekerasan karena berdasar data table 4.3 dan dapat kita simpulkan bahwa jika tegangan listrik semakin besar maka nilai kekerasan (VHN) akan semakin besar hal ini karena lapisan hard chrome semakin tebal.

4. Hasil Perhitungan Kekerasan *Hard chrome* dengan rumus

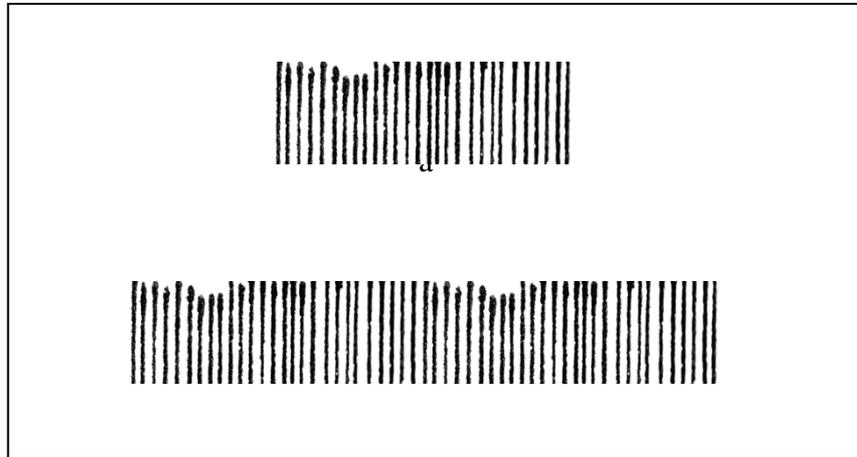
$$\text{VHN} = 2 P \sin(\alpha/2) : d^2 \text{ atau } 1,854 P/d^2 \dots \text{ Kg/mm}^2$$

Pada beban 200 gram atau 0,2 Kg

1. Spesimen pada tegangan 4 volt
 - a. Spesimen 1
 - $d = 41,87 \mu\text{m} = 0,04187 \text{ mm}$
 - $\text{VHN} = 1,854 \cdot 0,2/0,04187^2 = 212,22 \text{ Kg/mm}^2$
 - b. Spesimen 2
 - $d = 41,40 \mu\text{m} = 0,04140 \text{ mm}$
 - $\text{VHN} = 1,854 \cdot 0,2/0,04140^2 = 216,34 \text{ Kg/mm}^2$
2. Spesimen pada tegangan 6 volt
 - a. Spesimen 1
 - $d = 39,97 \mu\text{m} = 0,03997 \text{ mm}$
 - $\text{VHN} = 1,854 \cdot 0,2/0,03997^2 = 232,91 \text{ Kg/mm}^2$
 - b. Spesimen 2
 - $d = 39,91 \mu\text{m} = 0,3991 \text{ mm}$
 - $\text{VHN} = 1,854 \cdot 0,2/0,03991^2 = 232,92 \text{ Kg/mm}^2$
3. Spesimen pada tegangan 8 volt
 - a. Spesimen 1
 - $d = 38,11 \mu\text{m} = 0,03811 \text{ mm}$
 - $\text{VHN} = 1,854 \cdot 0,2/0,03811^2 = 255,44 \text{ Kg/mm}^2$
 - b. Spesimen 2
 - $d = 38,29 \mu\text{m} = 0,0389 \text{ mm}$
 - $\text{VHN} = 1,854 \cdot 0,2/0,03829^2 = 254,10 \text{ Kg/mm}^2$
4. Spesimen pada tegangan 10 volt
 - a. Specimen 1
 - $d = 36,24 \mu\text{m} = 0,03624 \text{ mm}$
 - $\text{VHN} = 1,854 \cdot 0,2/0,03624^2 = 286,11 \text{ Kg/mm}^2$
 - b. Spesimen 2
 - $d = 36,33 \mu\text{m} = 0,03633 \text{ mm}$
 - $\text{VHN} = 1,854 \cdot 0,2/0,03633^2 = 286,33 \text{ Kg/mm}^2$
5. Spesimen pada tegangan 12 volt
 - a. Specimen 1
 - $d = 32,83 \mu\text{m} = 0,03283 \text{ mm}$
 - $\text{VHN} = 1,854 \cdot 0,2/0,03283^2 = 362,10 \text{ Kg/mm}^2$
 - b. Spesimen 2
 - $d = 33,59 \mu\text{m} = 0,03359 \text{ mm}$
 - $\text{VHN} = 1,854 \cdot 0,2/0,03359^2 = 340,49 \text{ kg/mm}^2$

5. Pengujian Keausan Pada Lapisan Hard Chrome

Pengujian keausan menggunakan mesin penguji aus jenis wheel on disc, dimensi specimen yang akan diuji diameter 30 mm dan tebal 4 mm, final load 12,78 gram, gear ratio 96 : 48 dan lama waktu pengujian masing-masing specimen 15 detik, akan didapat luasan goresan pada spesimen, lihat gambar 4.7:



Gambar 4.7. Skema hasil keausan a. 33 strip dan b. 66 strip.

Gambar 4.9 Luas Goresan keausan

Menunjukkan banyaknya strip dalam 1 mm yang dilihat dengan mikroskop dengan pembesaran 50 X, hasil pengujian keausan unat table 4.4

Tabel 4.4 Luas goresan lapisan hard chrome

No.	Spesimen	Ukuran Lebar Gores dalam Strip	1 mm = 16 Strip
1	I	50 Strip	3,66 mm
		54 Strip	4,12 mm
		55 Strip	4,50 mm
2	II	47 Strip	2,45 mm
		48 Strip	3,00 mm
		50 Strip	3,66 mm
3	III	42 Strip	2,62 mm
		46 Strip	2,87 mm
		45 Strip	2,85 mm
4	IV	42 Strip	2,62 mm
		40 Strip	2,50 mm
		44 Strip	2,75 mm
5	V	40 Strip	2,50 mm
		40 Strip	2,50 mm
		38 Strip	2,45 mm

6 Analisis Laju Keausan

- a. Spesimen 1 : Spesimen 5 = $(3,66+4,12+4,50/3):(2,50+2,50+2,45/3)$
 - i. = 3,13% : 1,65%
- b. Berdasarkan data pengujian menyatakan bila specimen 5 lebih keras 1,38% dari specimen 1.

- c. Spesimen 2 : Spesimen 5 = $(2,45+3+3,66/3) : (2,50+2,50+2,45/3)$
 i. = 2,26% : 1,65%
- d. Berdasarkan data pengujian menyatakan bila specimen 5 lebih keras 0,61% dari specimen 2.
- e. Spesimen 3: Spesimen 5 = $(2,62+2,87+2,85/3) : (2,50+2,50+2,45/3)$
 i. = 1,85% : 1,65%
- f. Berdasarkan data pengujian menyatakan bila specimen 5 lebih keras 0,20% dari specimen 3.
- g. Spesimen 4 : Spesimen 5 = $(2,62+2,50+2,75/3) : (2,50+2,50+2,45/3)$
 i. = 1,84% : 1,65%
- h. Berdasarkan data pengujian menyatakan bila specimen 5 lebih keras 0,19% dari specimen 4.

Secara keseluruhan dari analisis pengujian keausan lapisan *hard chrome* yang melalui proses *electroplating* dengan tegangan listrik 12 volt dan waktu proses 15 detik memiliki kekerasan paling tinggi dibandingkan specimen yang diproses *electroplating* dengan tegangan listrik 4, 6, 8 dan 10 volt.

7 Pengukuran Kekasaran Permukaan

Pengukuran kekasaran permukaan specimen pelapisan hard krom dilakukan di Laboratorium Tribologi Program Studi Teknik Mesin UNDIP, dengan menggunakan alat Surface Roughness Charts presision meansuring instrumens Merk. Mitutoyo SJ.20IP dengan langkah-langkah pengukuran:

Langkah 1

- Mengkalibrasi alat dengan tingkat ketelitian 2,73 μm
- Panjang langkah pengukuran 250 μm
- Diameter stilos 2 μm

Langkah 2

- Pelaksanaan pengukuran
- Meletakkan specimen uji di head alat uji
- Waktu mengguji masing –masing specimen 5 detik

Langkah 3 disajikan dalam tabel tabel 4.5 dan tabel 4.6

Tabel 4.5 Mencatat data hasil pengukuran kekasaran specimen A

N0.	Ra	RJ	RZ	RQ
1	0,08	0,60	0,51	0,10
2	0,11	0,67	0,62	0,14
3	0,09	0,74	0,59	0,12
4	0,10	0,75	0,67	0,12
5	0,11	0,56	0,45	0,10
6	0,10	0,57	0,60	0,11

Tabel 4.6 Mencatat data hasil pengukuran kekasaran specimen B

N0.	Ra	RJ	RZ	RQ
1	0,11	0,73	0,64	0,14
2	0,10	0,78	0,65	0,13
3	0,10	0,76	0,58	0,13
4	0,11	0,60	0,61	0,12
5	0,10	0,56	0,57	0,13
6	0,10	0,59	0,58	0,11

Dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran kekasaran permukaan specimen pelapisan hard krom kekasaran Ra (*arithmetic mean of the depart of the roughness profile from the mean line within the evolution length*) adalah 0,10.

8 Analisa Struktur Mikro

Baja kandungan karbon 0,025 s/d 0,8 % mengandung beragam jumlah ferrit dan pearlit serta proporsinya tergantung pada kandungan karbon, transformasi baja karbon lebih kecil dari 0,025 % C, alloy ini mulai transformasikan ke α pada Fe₃C yang kecil mikro struktur dominan, Pada pendinginan eutectoid di titik S suhu 723°C semua austenit akan berubah menjadi 100 % pearlit oleh karena struktur mikro pada suhu ruangan akan menunjukkan lapisan-lapisan yang berubah dari ferrit dan sementid disebut pearlit.

KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil Penelitian "Pengaruh Variasi Tegangan Listrik dan Waktu Proses Elektroplating Terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Krom" dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a). Tebal lapisan hard chrome mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan tegangan listrik pada waktu pelapisan dengan metode elektroplating, Pada spesimen yang diberikan tegangan listrik 4 volt tebal lapisan hard chrome adalah 2,33 μm , pada spesimen yang diberikan tegangan listrik 6 volt tebal lapisan hard chrome 3,16 μm , pada spesimen yang diberikan tegangan listrik 8 volt tebal lapisan hard chrome 4,28 μm , pada spesimen yang diberikan tegangan listrik 10 volt tebal lapisan hard chrome 6,25 μm sedang pada pelapisan dengan tegangan listrik 12 volt tebal lapisan hard chrome yang terdepositasi adalah 7,19 μm . Jadi menunjukkan adanya kenaikan nilai ketebalan yang disebabkan dengan seiring kenaikan tegangan listrik yang diberikan pada tiap-tiap specimen, semakin tinggi tegangan yang diberikan maka jumlah muatan yang mengalir dan menempel pada katoda akan semakin banyak dan menyebabkan lapisan yang dihasilkan semakin tebal.
- b). Nilai kekerasan akan naik seiring dengan naiknya tegangan listrik pada waktu proses elektroplating, Pada spesimen yang diberikan tegangan listrik 4 volt kekerasan lapisan hard chrome adalah 214,28 VHN, pada spesimen yang diberikan tegangan listrik 6 volt kekerasan lapisan hard chrome 232,92 VHN, pada spesimen yang diberikan tegangan listrik 8 volt kekerasan lapisan hard chrome 254,77 VHN, pada spesimen yang diberikan tegangan listrik 10 volt kekerasan lapisan hard chrome 286,17 VHN sedang pada pelapisan dengan tegangan listrik 12 volt kekerasan lapisan hard chrome adalah 351 VHN. Jadi menunjukkan adanya kenaikan nilai kekerasan yang disebabkan dengan seiring kenaikan tegangan listrik yang diberikan pada tiap-tiap specimen, semakin tinggi tegangan yang diberikan maka menyebabkan lapisan hard chrome yang dihasilkan semakin keras.
- c). Secara keseluruhan dari **analisis pengujian keausan** lapisan *hard chrome* yang melalui proses *electroplating* dengan tegangan listrik 12 volt dan waktu proses 15 detik memiliki kekerasan paling tinggi, data spesimen V termasuk yang paling keras.
- d). Dapat disimpulkan bahwa **hasil pengukuran kekasaran permukaan** specimen pelapisan hard krom kekasaran Ra (*arithmetic mean of the depart of the roughness profile from the mean line within the evolution length*) adalah

0,10, table 4.6 menyajikan data pengukuran kekasaran permukaan specimen lapisan hard chrome

DAFTAR PUSTAKA

- Anton J Hartono, Tomijiro Kaneko. (1992),” *Mengenal Pelaisan Logam Elektroplating*”, Yogyakarta: Andi Offset
- Apticote 100 Hard Chrome Plating (www.poeton.co.uk)
- Akira Iwabuchi (2001), “ **Effects of ambient pressure on fretting friction and wear behavior between SUS 304 steels**”, accepted 22 february 2001
- Arikunto Suharsini (1997),”*Prosedur Penelitian*”: Suatu Pendekatan Praktek. Edisi kelima- Jakarta: Aneka Cipta
- Bettina Kerle, Mathias`Opper and Sirqudvock (2000), “**Hexavalent Chromium**”: Sur Tec 875
- Dagun Save M (2005),”*Kamus Besar Ilmu Pengetahuan*”, Edisi keempat-Jakarta: Lembaga Pengkajian Kebudayaan Nusantara
- D. Ivanova, L. Fachikov (2007), “**Phospating of Cold Galvanized Carbon Steel**“: Vol. 42 No. 2 h 159 – 162.
- GT Burstein, (2006),” *Materials Science And Metallurgy*”. Universty of Cambridge.
- Gordon E (2009), “**Surface Engineering Forum**”, The Journal www. Gordon Englang co.uk diakses 5/11/2009.
- Gun Y. Lee (2003), “**Abrasive Wear Behavior of Head-Treated ABC-Silicon Carbide**”: The journal J.Am. Ceram Soc. 1370-78
- Guofeng Zhou (2004). Wear Mechanism of Clutch Separating Ring in a Heavy Load Vehicle, Avaible online at www.sciencedirect.com
- Hadromi (2000), *Industri Elektroplating Kecil dan Menengah*.
- Kobayashi (2001), “**Chrome Plated Parts and Chrome Plating Method**” ; Vol.37 h 636 – 642
- Lawrence H Van vlack (1992), “*Ilmu dan teknologi Bahan*”. Jakarta: Erlangga.
- Purwanto, syamsul huda, (2005), “*Teknologi Industri Elektroplating*”. Semarang: Universitas Diponegoro
- Raharjo Samsudi (2008), “**Pemilihan Jenis Larutan Elektrolit Sebagai Media Pelapis Krom Keras Pada Baja Karbon Rendah**”: *Traksi*. Vol.8 No.1 h 1 – 7
- Raharjo Samsudi, Rubiyanto JP (2008), “**Analisa Korosi Pada Jeruji Sepeda Motor Secara Visual**”: *Traksi*. Vol.8 NO.1 h 8 – 14
- Raharjo Samsudi (2007), “**Perbaikan kualitas Sproket Sepeda Motor local dengan proses pack Karburising Berbahan baker arang batok kelapa**”: *Traksi* vol.7 No.1 h
- Smallman R.E (1991), “*Metallurgy Fisik Modern*”. Jakarta: Gramedia
- Tomoko Hirayana, Noriaskihisika and Hiroshiyabe (2003), “*Performances of Journal Bearing Arth Mos2 – Skot Coating for Spindle of Magnetic Recording Storage System* “: Vol. 11 No. 8 – 10 h 751 – 757.
- Valdas Kvedaras, Jonas Vilys and Vytantas Ciuplys (2006), “*Fatiquel Strenght of Chromium – Plated Steel*” ; Vol. 12 No. 1 h 1320 – 1392