

## PELAPISAN *Ni-Co* PADA BAJA ST 37 MENGGUNAKAN METODE ELEKTROPLATING DENGAN PERLAKUAN PANAS

<sup>1</sup>Novizal, <sup>2</sup>Eva Rediawati

<sup>1,2</sup> Jurusan Fisika, Istitut Sains dan Teknologi Nasional, Jl. Moh. Kahfi 2, Jakarta 12640

e-mail: [novizal23@yahoo.co.id](mailto:novizal23@yahoo.co.id)

**Abstrak .** Dilakukan, pelapisan *Ni-Co* pada substrat Baja ST 37 tebal 0,080 dan 0,010 cm dengan metode electroplating *Ni-strike* dan electroplating *Ni-watt*, menggunakan arus sebesar 500 mA/cm<sup>2</sup>, temperatur ruang, dan dalam ruang asam selama 30 detik, untuk membentuk lapisan *Ni* perekat pada substrat. Untuk electroplating *Ni-watt* menggunakan arus sebesar 20 mA/cm<sup>2</sup>, temperatur 50<sup>o</sup>C didalam wáter bath selama 120 menit. Selama proses electroplating, larutan elektrolit tetap diaduk menggunakan magnetic stirrer menjaga homogenitas larutan. Sumber larutan elektrolit diperoleh dari NiSO<sub>4</sub>, dan Cl dalam NiCl<sub>2</sub> berfungsi meningkatkan konduktivitas larutan dan keseragaman distribusi ketebalan lapisan. Perlakuan panas dilakukan pada suhu 1000<sup>o</sup>C selama 5 jam dalam gas iner (Argon) agar tercapai perubahan yang diinginkan, terjadinya difusi antara Fe dan *Ni-Co* yang melapisi, sehingga Fe dan lapisan *Ni-Co* dapat berikatan menjadi satu senyawa yang kuat, dan mendapatkan kekerasan dan kekuatan yang lebih tinggi.

**Kata kunci :** Electroplating, Magneticstirrer, perlakuan panas,

### 1. Pendahuluan

Baja adalah logam paduan yang terdiri dari logam besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Baja ST 37 adalah baja yang memiliki kekuatan tarik maximum  $\leq 37 \text{ kg/mm}^2$ . Baja ST 37 merupakan baja karbon rendah yang mempunyai kandungan karbon kurang dari 0,3% dan lebih dari 99% seperti Tabel 1.

**Tabel 1.**  
**Komposisi Baja Karbon Rendah Tipe ST 37(Rusianto & Sigit,2002)**

Unsur	Kandungan (%)	Unsur	Kandungan (%)
Fe	99,310	S	0,015
Mn	0,375	Co	0,007
C	0,118	Nb	0,006
Si	0,055	Cu	Max. 0,004
W	0,046	Mo	Max. 0,005
Ni	0.026	Al	Max. 0,002
Cr	0.021	V	Max. 0,001
P	0.017	-	-

Nikel adalah unsur kimia metalik dalam tabel periodik yang memiliki simbol Ni yang terletak pada periode 4 Golongan VIII-B, dengan nomor atom 28 dan massa atom 58,71. Nikel memiliki massa jenis  $8,902 \text{ g/cm}^3$ , titik lebur  $1455^\circ\text{C}$ , dan titik didih  $2827^\circ\text{C}$ . Struktur kristal nikel adalah FCC (*face centered cubic*) dengan parameter *lattice*  $a = 0,35243 \text{ nm}$  (pada  $25^\circ\text{C}$ ), jari-jari atom  $0,1246 \text{ nm}$ , dan elektronegativitas 1,8. Nikel mempunyai sifat tahan karat. Dalam keadaan murni, nikel bersifat lembek, tetapi jika dipadukan dengan besi, krom, dan logam lainnya, dapat membentuk baja tahan karat yang keras (Anonymous B, 2012).

Unsur Nikel berhubungan dengan batuan basa yang disebut norit. Nikel ditemukan dalam mineral pentlandit, dalam bentuk lempeng-lempeng halus dan butiran kecil bersama pyrhotin dan kalkopirit. Nikel biasanya terdapat pada tanah yang terletak diatas batuan basa. Nikel pertamakali ditemukan oleh A.F. Cronstedt pada tahun 1751, merupakan logam berwarna putih keperak-perakan yang berkilat, keras dan mulur, tergolong dalam logam peralihan, sifat tidak berubah bila terkena udara, tahan terhadap oksidasi dan kemampuan mempertahankan sifat aslinya dibawah suhu yang ekstrim. Karena itu, Nikel lazim digunakan dalam berbagai aplikasi komersial dan industri, seperti :pelindung baja (stainlesssteel), industri baterai, elektronik, aplikas industri pesawat terbang, industri tekstil, turbin pembangkit listrik tenaga gas, alat laboratorium (nikrom), kawat lampu listrik, katalisator lemak, pupuk pertanian dan berbagai fungsi lainnya. Nikel juga sangat penting dalam pembentukan logam campuran (alloy dan superalloy), terutama baja tidak berkarat (stainlesssteel) (Ghanie, 2011).

Kobalt adalah unsur kimia dengan nomor atom 27 dan massa atom 58,99. Merupakan unsur logam berwarna abu-abu kemerahan, dengan titik lebur  $1.495^\circ\text{C}$  dan titik didih  $3.100^\circ\text{C}$ . Kobalt ditemukan pada tahun 1735 oleh G. Brandt. Kobalt bersumber dari bijih logam tertentu, biasanya sulfide dan arsenid. Penggunaan dari kobalt yaitu garam kobalt digunakan untuk memberi wana biru pada porselen, dan porselen. Dalam bentuk radioaktif, unsur ini digunakan untuk diagnosis dan pengobatan kanker. Kegunaan biologis kobalt yaitu merupakan unsur runutan penting dalam tanah dan makanan ternak.

Elektroplating merupakan suatu proses pengendapan elektron lapisan logam pada elektroda yang bertujuan membentuk permukaan dengan sifat atau dimensi yang berbeda dengan logam dasarnya. Plating termasuk salah satu cara menanggulangi korosi pada logam dan juga berfungsi sebagai ketahananbahan. Disamping itu plating juga memberikan nilai estetika pada logam yang dilapisi, yaitu warna dan tekstur tertentu, serta untuk mengurangi tahanan kontak serta meningkatkan konduktivitas permukaan atau daya pantul. Benda yang dilakukan pelapisan harus merupakan atau dapat menghantarkan arus listrik (Purwanto dan Huda, 2005).

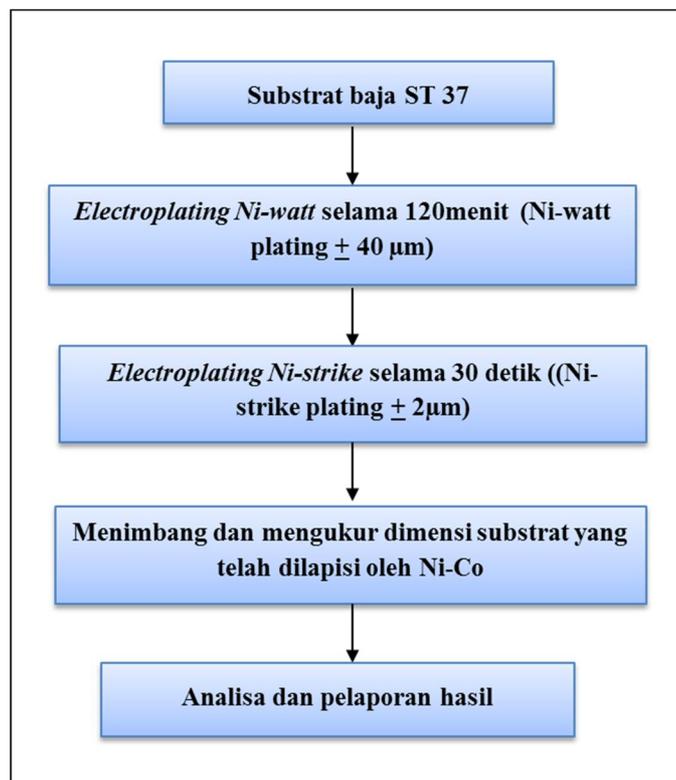
Proses elektroplating mencakup empat hal, yaitu pembersihan, pembilasan, pelapisan dan proteksi setelah pelapisan. Keempat hal ini dapat dilakukan secara manual atau bisa juga menggunakan tingkat otomatisasi yang lebih tinggi lagi. Nikel amat popular dalam plating, terutama pada sistem plating dekoratif-protektif. Nikel merupakan logam plating yang paling peka responnya atas aditif-aditif bak platingnya. Nikel terutama dilapiskan ke barang-barang besi, baja, perunggu, seng, tembaga, plastik juga aluminium sampai magnesium.

Elektroplating termasuk proses elektrolisa yang biasanya dilakukan dalam bejana sel elektrolisa dan berisi cairan elektrolit. Pada cairan tersebut tercelup dua elektroda. Masing-masing elektrode dihubungkan dengan arus listrik yang terbagi menjadi kutub positif (anoda) dan kutub negatif (katoda). Di dalam proses elektrolisa

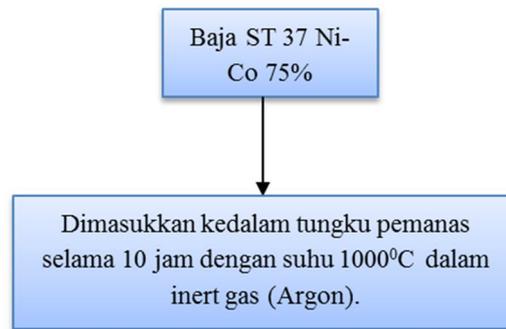
terjadi reaksi oksidasi dan reduksi. Prinsip dasar dari pelapisan logam secara listrik ini adalah penempatan ion-ion logam yang ditambah electron pada logam yang dilapisi dimana ion-ion logam tersebut didapat dari anoda dan elektrolit yang digunakan. Dengan adanya arus searah listrik yang mengalir dari sumber maka elektron dialirkan melalui elektroda positif (anoda) menuju elektroda negatif (katoda).

## 2. Eksperimen

Penelitian yang dilakukan, yaitu pelapisan Ni-Co pada alloy dengan metode electroplating, alloy yang digunakan sebagai substrat adalah Baja ST 37 dengan tebal baja 0,080 dan 0,010 cm. Pelapisan Ni-Co ini dilakukan dua tahap electroplating, yaitu electroplating Ni-strike dan electroplating Ni-watt. Pada electroplating Ni-strike dilakukan dengan arus sebesar  $500 \text{ mA/cm}^2$ , pada temperatur ruang, dan dalam ruang asam selama 30 detik. Electroplating Ni-strike ini bertujuan membentuk lapisan Ni perekat pada substrat. Sedangkan pada electroplating Ni-watt dilakukan dengan arus sebesar  $20 \text{ mA/cm}^2$ , pada temperatur  $50^0 \text{ C}$  didalam waterbath selama 120 menit seperti Gambar 1. Selama proses electroplating, larutan elektrolit tetap diaduk menggunakan magnetics turrer untuk menjaga homogenitas larut an. Sumber larut anter besar dalam larutan elektrolit ini diperoleh dari  $\text{NiSO}_4$ . Sedangkan Cl dalam  $\text{NiCl}_2$ berfngsi meningkatkan konduktivitas larutan dan keseragaman distribusi ketebalan lapisan. Namun Cl yang berlebihan dapat menimbulkan sifat korosif, sehingga selama proses electroplating berlangsung, konsentrasi Cl harus tetap dijaga.



Gambar 1. Tahap proses Electroplating



**Gambar 2.** Proses heat treatment

Setelah dilakukan pelapisan Ni-Co pada substrat baja ST 37, maka dilakukan perlakuan panas pada substrat yang telah dilapisi tersebut. Perlakuan panas merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengubah sifat fisik, dan sifat kimia dari suatu material dengan cara memanaskan substrat pada elektrik terance (tungku) dengan temperatur kristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan. Pada penelitian ini, perlakuan panas dilakukan pada suhu 1000<sup>0</sup> C selama 5 jam dalam inert gas (Argon) agar tercapai perubahan yang diinginkan, yaitu terjadinya difusi antara Fe dan Ni-Co yang melapisi, sehingga Fe dan lapisan Ni-Co dapat berikatan menjadi satu senyawa yang kuat. Selain itu tujuan dari perlakuan panas ini adalah untuk mendapatkan kekerasan dan kekuatan yang lebih tinggi.

**Tabel 2.**  
**Hasil Electroplating Baja ST 3 dengan Ni-Co 75%**

Sample	Sebelum elektroplating					Elektroplating		Sesudah Elektroplating		
	p(cm)	l(cm)	t(cm)	A (cm <sup>3</sup> )	m <sub>0</sub> (gram)	I <sub>s</sub> (A)	I <sub>w</sub> (A)	m <sub>1</sub> (gram)	m <sub>Ni-Co</sub> (gram)	Tebal Ni-Co (μm)
020212-1	2.130	1.400	0.080	6.52880	1.79218	3.26	0.13	1.99108	0.19890	34.222665
020212-2	2.130	1.480	0.080	6.88240	1.97235	3.44	0.14	2.20458	0.23223	37.904504
070212-1	2.110	1.310	0.080	6.07540	1.70742	3.02	0.12	1.92129	0.21387	39.544620
070212-2	2.120	1.380	0.080	6.41120	1.70735	3.21	0.13	2.00005	0.29270	51.285643
140212-1	1.490	1.310	0.110	4.51980	1.43887	2.26	0.09	2.08436	0.64549	160.428939
140212-2	1.490	1.160	0.100	3.98680	1.37433	1.99	0.08	1.446	0.07167	20.194140
150212-1	1.490	1.180	0.010	3.56980	1.41971	1.78	0.07	2.31081	0.89110	280.410950
150212-2	1.540	1.110	0.010	3.47180	1.48247	1.74	0.07	2.31081	0.82834	268.019471
230212-1	1.430	1.190	0.001	3.40864	1.43797	1.70	0.07	1.53869	0.10072	33.193037
240212-1	1.490	1.180	0.100	4.05040	1.42488	2.03	0.08	1.56389	0.13901	38.553210
290212-1	1.490	1.190	0.100	4.08220	1.43302	2.04	0.08	1.55541	0.12239	33.679378
290212-2	1.410	1.180	0.100	3.84560	1.41098	1.92	0.08	1.53067	0.11969	34.962797
010312-1	1.490	1.190	0.100	4.08220	1.42038	2.04	0.08	1.55857	0.13819	38.027235
010312-2	1.570	1.190	0.100	4.28860	1.49146	2.14	0.09	1.66368	0.17222	45.110792
020312-1	1.490	1.120	0.100	3.85960	1.45808	1.93	0.08	1.47761	0.01953	5.684239
020312-2	1.450	1.190	0.100	3.97900	1.38632	1.99	0.08	1.53124	0.14492	40.913515
060312-1	1.460	1.190	0.100	4.00480	1.39044	2.00	0.08	1.53124	0.14080	39.494283
060312-2	1.490	1.190	0.100	4.08220	1.43425	2.04	0.08	1.53124	0.09699	26.689786

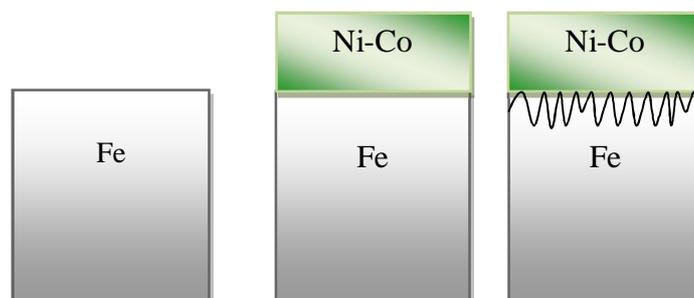
### 3. Hasil dan Pembahasan

Dari tabel yang sudah dipaparkan, dapat dilihat bahwa pada pelapisan Ni-Co 75% dengan arus yang sesuai dengan dimensi dari substrat tersebut dan lama waktu elektroplating yang sama yaitu 120 menit, maka diperoleh ketebalan lapisan Ni-Co pada

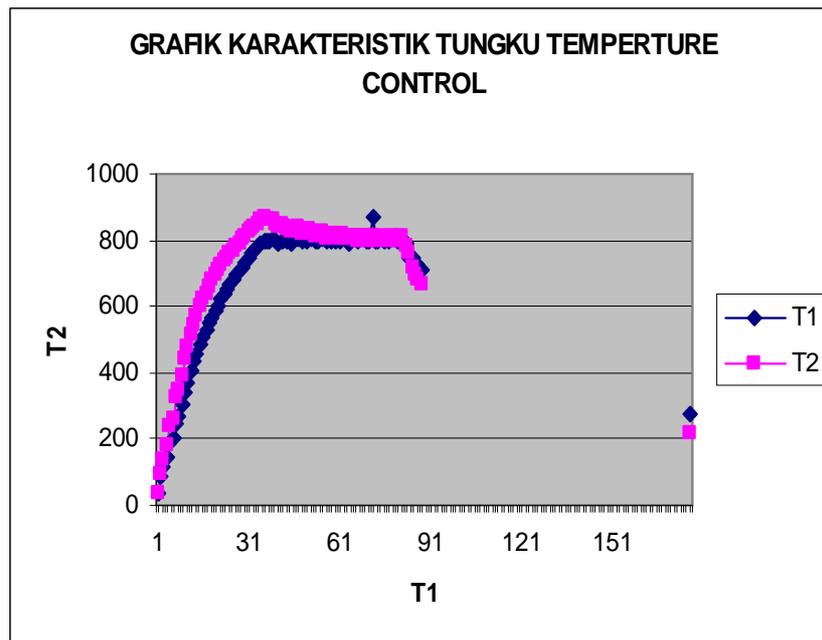
substrat baja ST 37 masing-masing adalah 34.222665  $\mu\text{m}$ , 37.904504  $\mu\text{m}$ , 39.544620  $\mu\text{m}$ , 51.285643  $\mu\text{m}$ , 160.428939  $\mu\text{m}$ , 20.194140  $\mu\text{m}$ , 280.410950  $\mu\text{m}$ , 268.019471  $\mu\text{m}$ , 33.193037  $\mu\text{m}$ , 38.553210  $\mu\text{m}$ , 33.679378  $\mu\text{m}$ , 34.962797  $\mu\text{m}$ , 38.027235  $\mu\text{m}$ , 45.110792  $\mu\text{m}$ , 5.684239  $\mu\text{m}$ , 40.913515  $\mu\text{m}$ , 39.494283  $\mu\text{m}$  dan 26.689786  $\mu\text{m}$ . dari hasil yang didapatkan tersebut, maka ketebalan rata-rata yang diperoleh dari pelapisan Ni-Co sebesar 39.494283 - 45,5506284  $\mu\text{m}$ .

Dari penguraian diatas, dapat kita lihat dari beberapa data bahwa pelapisan Ni-Co 75% ada yang didapat jumlah rata2 nya lebih besar atau bahkan lebih kecil itu dikarenakan lebih tebal atau leih tipisnya sample dibandingkan dengan pelapisan yang lain, hal ini disebabkan oleh konsentrasi larutan Ni-Co 75 % ada yang lebih pekat. sehingga meyebabkan distribusi Co yang dihasilkan lebih banyak atau lebih sedikit. Akan tetapi jika larutan tersebut terus digunakan, maka pH larutan akan berubah semakin tinggi (basa). Adapun yang menyebabkan pH larutan elektrolit (Ni-Watts) semakin basa serta menyebabkan lapisan yang terdeposisi yang terbentuk (Ni-Co) pada substrat baja semakin tipis sehingga semakin pula berkurangnya persediaan kation  $\text{Ni}^{2+}$  dan  $\text{Co}^{2+}$  pada pelat anode Nikel (Anode) yang berpindah ke pelat katode substrat baja, sehinggap pH larutan elektrolit (*Ni-Watts*) semakin besar. Tapi jika pH terlalu asam (terlalu rendah) dapat menyebabkan penurunan konsentrasi ion-ion pelapis. Jika hal ini terjadi, maka lapisan yang terdeposisi akan berkurang sehingga lapisan menjadi semakin tipis dan mudah rusak.

Setelah dilakukan beberapa kali coating menggunakan larutan Ni-strike dan Ni-watt, diketahui bahwa setiap percobaan ke-5 atau ke-6 lapisan yang dihasilkan sangat tipis. Hal ini dikarenakan pada larutan Ni-watt persediaan  $\text{Ni}^{2+}$  dan  $\text{Co}^{2+}$  berkurang dan sangat menipis, sehingga pelapisan Ni-Co tidak maximal. Dari percobaan ini dapat dikatakan bahwa, pada setiap 100 mL larutan Ni-watt dapat dipakai sampai 5 atau 6 kalicoating. Sehingga kita dapat menentukan berapa kali pemakaian larutan dari volume yang kita buat. Setelah dilakukan pelapisan Ni-Co pada substrat baja ST 37, maka dilakukan perlakuan panas pada substrat yang telah dilapisi tersebut. Perlakuan panas merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengubah sifat fisik, dan sifat kimia dari suatu material dengan cara memanaskan substrat pada elektrik terance (tungku) dengan temperatur kristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan. Pasa penelitianini, perlakuan panas dilakukan pada suhu  $1000^0\text{C}$  selama 5 jam dalam inert gas (Argon) agar tercapai perubahan yang diinginkan, yaitu terjadinya difusi antara Fe dan Ni-Co yang melapisi, sehingga Fe dan lapisan Ni-Co dapat berikatan menjadisatusenyawa yang kuat. Selainitutujuandariperlakuan panas ini adalah untuk mendapatkan kekerasan dan kekuatan yang lebih tinggi.



**Gambar 3.** (a) Fe sebelum dilapisi (b) Fe setelah dilapisi Ni-Co (c) Fe NiCo setelah heat treatment



Gambar 4. Grafik karakteristik Tungku temperatur control

Perlakuan Panas/ *Heat Treatment* pada penelitian ini dilakukan pada temperatur 1000 °C sampel dimasukkan ke dalam *furnace* yang dilengkapi dengan gas argon selama 10 jam dan ditahan pada saat temperatur naik selama 4 jam. Mulanya, *furnace* dipanaskan dari temperatur ruang 70 °C hingga mencapai 800 °C dan ditahan pada temperatur tersebut selama 7 jam. Kemudian temperatur sampel diturunkan hingga kembali mencapai temperatur ruang. Bertujuan untuk mengetahui karakteristik pada tungku *furnace* tersebut.

Tabel 3.  
Waktu proses Heat Treatment Ni-Co 75%

No.	Waktu	T1 Program ( 1000°C )	SV	Keterangan
	<b>9.17</b>			<b>Program</b>
1	10.17	280	285°C	
2	11.17	521	523°C	
3	12.17	759	766°C	
<b>4</b>	<b>13.17</b>	<b>910</b>	<b>1000°C</b>	saat kondisi di tahan
5	14.17	993	1000°C	
6	15.17	995	1000°C	

**Tabel 4.**  
**Hasil Heat Treatment Ni-Co 75%**

Konsentrasi larutan	Sample	Sebelum Elektroplating			Sesudah Heat Treatment				
		p (cm)	l (cm)	t (cm)	A (cm <sup>2</sup> )	mNiCo (gr)	mNiCoCr (gr)	Mer (gram)	tNi CoCr (mm)
75%	020312-2	1.45	1.19	0.1	3.979	1.53124	1.59585	0.06461	348.5600539
	020212-2	2.13	1.48	0.08	6.8824	2.20458	2.33281	0.12823	353.9014295
	010312-1	1.49	1.19	0.1	4.0822	1.55857	1.62005	0.06148	347.6409417
	290212-1	1.49	1.19	0.1	4.0822	1.55541	1.60959	0.05418	346.0980801

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1. Kesimpulan

Dari hasil dan pembahasan yg telah disampaikan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Lapisan Ni-Co berhasil dibuat pada substrat baja ST 37 dengan metode elektroplating.
- 2) Semakin pekat konsentrasi Co yang digunakan, maka lapisan yang terbentuk pada substrat baja akan semakin tebal. Hal ini dikarenakan banyaknya persediaan  $\text{Co}^{2+}$  pada larutan yang akan ditransferkan ke substrat baja ST 37.
- 3) Rata-rata ketebalan lapisan Ni-Co yang dihasilkan pada elektroplating Ni-Co 39,494283 - 45,5506284  $\mu\text{m}$ .
- 4) Sample yang telah dilapisi Ni-Co teruji memiliki kekerasan yang lebih baik dibandingkan dengan sample yang tidak dilapisi.

### 4.2. Saran

Adapun saran yang perlu diperhatikan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut :

- 1) Perlu dilakukan pengamatan mikrostruktur menggunakan SEM-EDS untuk melihat struktur mikro dan distribusi unsur kimia dari sample hasil pelapisan.
- 2) Perlu dilakukan pengujian korosi dan/atau oksidasi pada substrat sebelum dan setelah pelapisan untuk melihat nilai ketahanan korosi dan oksidasi pada lingkungan ekstrim.

## 5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Islam Bandung atas terlaksananya acara Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian 2012 ini dan kepada pihak Panitia Prosiding atas kerjasamanya untuk memuat makalah seminar terpilih.

## 6. Daftar Pustaka

- Anggianto B., (2011), <http://bagus-edianggianto.blogspot.com/2011/08/seputar-cobalt-kobalt-dan-paduannya.html>. Diakses pada 10 Februari 2011.
- Anonymous A, (2012), <http://adhimsa.com/ini-pengertian-baja-st-37.html>. Diakses pada tanggal 20 Januari 2012.
- Anonymous, B, (2012), <http://id.wikipedia.org/wiki/Nikel>. Diakses pada 24 Januari 2012
- Anonymous, C,(2012), <http://id.wikipedia.org/wiki/Kobal>. Diakses pada 10 Febuari 2012.
- Anonymous, D, (2012), <http://www.scribd.com/doc/53962294/ELEKTROPLATING-NIKEL>. Diakses pada 15 Februari 2012.
- Ghanie, (2011), <http://bilangapax.blogspot.com/2011/02/nikel-dan-paduannya.html>. Diakses pada 15 Februari 2012.
- Purwanto dan Huda, 2005
- Rusianto & Sigit, (2002) *Pengaruh Temperatur Pemanasan terhadap Kekerasan dan Ketebalan Lapisan pada Chromizing Baja Karbon Rendah*, Jurnal Teknologi Industri, Vol. VI No. 2, April 2002, 87 – 98.