

PENGARUH RAPAT ARUS DAN WAKTU PELAPISAN TERHADAP KUALITAS LAPISAN NIKEL PADA TEMPERATUR KAMAR

Pradoto Ambardi

Proses pelapisan nikel temperatur kamar dilakukan dengan memvariasikan waktu proses dan rapat arus. Bila dibandingkan dengan pelapisan nikel temperatur tinggi ($T = 40 - 70^{\circ}\text{C}$), biaya nikel temperatur kamar jauh lebih rendah 57,4%, sehingga diharapkan dapat menurunkan biaya produksi pelapisan.

Data pemeriksaan/pengujian yang dilakukan pada spesimen yang telah dilapis menunjukkan bahwa kualitas lapisan nikel temperatur kamar memberikan hasil yang mengkilap, memiliki daya lekat yang baik, dan ketahanan korosi yang cukup tinggi.

KATA KUNCI : Pelapisan nikel temperatur kamar; Pelapisan nikel temperatur tinggi

I. PENDAHULUAN

Pelapisan nikel dengan listrik umumnya dilakukan pada larutan elektrolit yang dipanaskan ($T = 40 - 70^{\circ}\text{C}$), dengan maksud untuk menghasilkan efisiensi kerja yang tinggi dan hasil pelapisan yang baik. Sementara itu industri pelapisan pada umumnya beranggapan bahwa pelapisan nikel temperatur kamar menghasilkan lapisan yang getas dan suram, memerlukan waktu pelapisan yang lebih lama dan pengerjaan lanjutan, berupa pemolesan serta pelapisan krom untuk mendapatkan tampak rupa yang lebih baik.

Setelah pemerintah mengeluarkan pengumuman tentang kenaikan Tarif Dasar Listrik dan BBM, banyak industri yang mengeluhkan hal ini, karena banyak faktor produksi yang sangat bergantung pada kedua komponen tersebut sehingga menyebabkan ongkos produksi menjadi naik.

Kenyataan yang ada di lapangan saat ini adalah bahwa konsumen secara umum hanya melihat hasil pelapisan nikel dari segi visualnya saja, tanpa memperhatikan sifat-sifat fisik maupun mekanik lainnya secara mendetail (kecuali untuk beberapa komponen tertentu). Selain itu, konsumen menuntut untuk mendapatkan harga yang tetap dengan mutu yang tidak berubah.

Berdasarkan hal tersebut di atas, perlu dilakukan pembuktian mengenai kebenaran opini tentang buruknya hasil pelapisan nikel temperatur kamar yang sebenarnya juga dapat dijadikan alternatif proses yang dapat menekan biaya

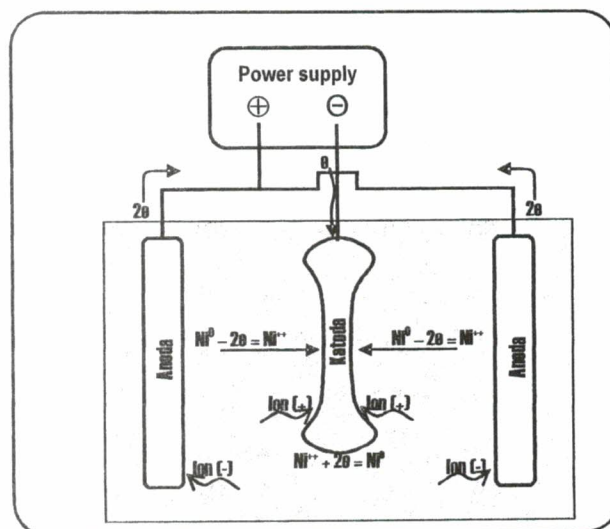
produksi pelapisan.

II. TINJAUAN UMUM PELAPISAN NIKEL DENGAN CARA LISTRIK

Pada proses elektrolisa nikel (gambar 1.), di katoda terjadi reaksi reduksi dari ion-ion nikel dengan bantuan elektron-elektron yang berasal dari sumber arus searah. Reaksi tersebut dapat ditulis sebagai berikut⁽²⁾:



Pada anoda terjadi reaksi sebagai berikut :



Gambar 1 Perpindahan ion-ion nikel dalam proses electroplating

Dalam pelapisan nikel, nikel sulfat merupakan sumber ion nikel yang akan mengendap di katoda, karena mudah larut dalam air dan merupakan sumber yang menghasilkan bukan ion kompleks. Nikel klorida dijadikan sumber ion klorida yang berfungsi untuk mempercepat pengkorosian anoda nikel dan mempertinggi koefisien difusi ion-ion nikel sehingga mempercepat pengendapan nikel pada katoda⁽⁴⁾.

Tanpa adanya NiCl_2 sebenarnya proses pelapisan akan tetap berlangsung, maka keberadaan NiCl_2 dalam larutan elektrolit dapat diganti dengan bahan lain yang memiliki gugus klor (Cl), seperti NH_4Cl , KCl , dan NaCl .

Selama pelapisan berlangsung, pH elektrolit akan meningkat akibat terjadinya penguraian H^+ pada permukaan katoda, sehingga konsentrasi H^+ pada larutan elektrolit berkurang. Hal ini akan menurunkan efisiensi pelapisan, terjadi pitting (sumuran), lapisan menjadi kasar, dan terjadi penimbunan ion Fe pada larutan.

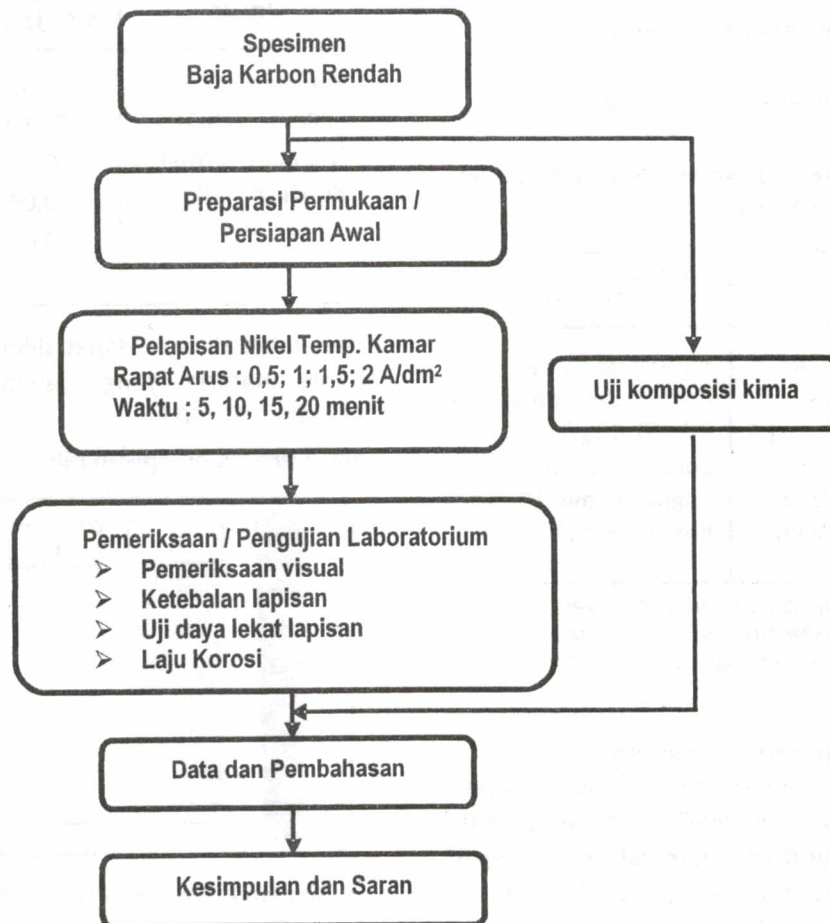
Asam borat yang digunakan sebagai buffer untuk menjaga pH larutan agar tetap memiliki sifat keasaman yang lemah sehingga derajat disosiasi dari asam borat untuk membentuk H^+ dalam larutan tidak cukup. Oleh karena itu perlu penambahan sedikit asam sulfat untuk menjaga agar konsumsi H^+ dapat terpenuhi.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Proses Penelitian

Penelitian dimulai dengan pemilihan material baja karbon rendah yang biasanya digunakan untuk komponen asesoris kendaraan bermotor yang kemudian dilakukan pemeriksaan komposisi kimia untuk memastikan spesifikasi dari material yang digunakan.

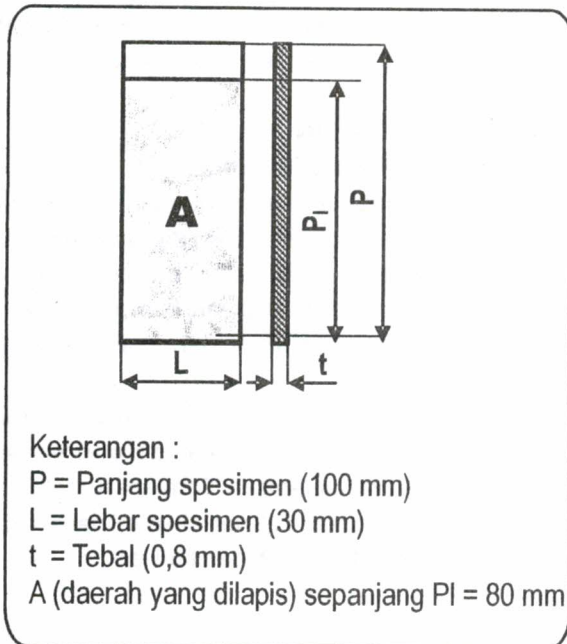
Langkah berikutnya adalah melakukan pelapisan nikel temperatur kamar dengan variasi rapat arus dan waktu pelapisan. Setelah itu, seluruh spesimen diperiksa secara visual lalu diuji daya lekat lapisan, laju korosi, dan ketebalan lapisan.



Gambar 2. Diagram alir proses penelitian

3.2. Spesimen

Spesimen yang digunakan adalah pelat baja karbon rendah dengan ukuran sebagai berikut :



Gambar 3. Dimensi spesimen yang digunakan

3.3. Pelapisan nikel temperatur kamar

Tabel 1. Kondisi proses dan komposisi elektrolit nikel temperature kamar

Kondisi Proses Pelapisan	Komposisi Larutan Elektrolit(*)
Temperatur : 25 - 30 °C pH larutan : 5 - 5,5 Rapat arus : 0,5 ; 1 ; 1,5 ; 2 A/dm ² Waktu : 5 ; 10 ; 15 ; 20 menit	Nikel sulfat : 120 g/l Amonium chloride (NH ₄ Cl) : 10 g/l Boric acid (H ₃ BO ₃) : 15 g/l Brightener mu : 10 ml/l Brightener mnt : 1 ml/l

(*) : "PENGARUH NH₄Cl DAN RAPAT ARUS TERHADAP KARAKTERISTIK LAPISAN PADA PROSES PELAPISAN NIKEL TEMPERATUR KAMAR ", Pradoto A, Dadang Sutisna, Siti Yuniarti.

3.4. Pemeriksaan/pengujian laboratorium

Pemeriksaan/pengujian yang dilakukan seperti pada gambar 2 akan menghasilkan beberapa data. Baik data yang harus dianalisis melalui perhitungan-perhitungan atau data yang langsung dihasilkan dari pengujian.

Pengujian ketahanan korosi menggunakan alat uji semprot kabut garam dengan kondisi : Larutan NaCl = 5% ; pH = 6,5 – 7,2 ; Temperatur = 32 – 37 °C ; Tekanan = 19 – 22 psi. Pengujian daya lekat lapisan menggunakan Bending Test Instron 850 I sesuai dengan standar JIS Z 2248. Pengukuran ketebalan menggunakan alat Measurescope MM 11-Nikon.

IV. DATA DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini diawali dengan pengujian komposisi kimia spesimen (baja karbon rendah) dengan menggunakan Vacuum emission spectrometry kemudian barulah dilakukan pelapisan nikel dengan memvariasikan rapat arus dan waktu proses. Setelah itu, hasil lapisan diuji, diperiksa, dan dilakukan beberapa perhitungan seperti berat endapan teoritis, efisiensi pelapisan, dan laju korosi.

4.1. Data penelitian

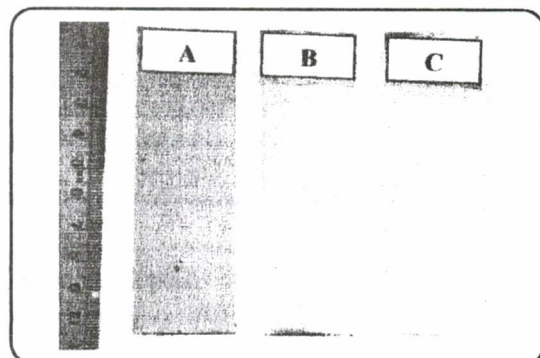
Hasil pengujian komposisi kimia specimen

Tabel 2. Data Komposisi Kimia Logam Dasar

Unsur	Standar AISI 1005 (%)	Hasil Pengujian
Karbon (C)	≤0,06	0,06
Silikon (Si)	≤0,10	0,05
Mangan (Mn)	≤0,35	0,23
Phospor (P)	≤0,04	0,017
Sulfur (S)	≤0,05	0,009

Dari table di atas dapat dilihat bahwa komposisi kimia material yang digunakan sesuai dengan standar AISI 1005.

Hasil proses pelapisan nikel



Gambar 4. Foto spesimen sebelum dilapis (A), Spesimen dengan hasil lapisan yang menakilap (B), dan hasil lapisan yang suram (C)

NS	RA (A/dm ²)	t (mnt)	W _{akt} (g)	W _{teo} (g)	η (%)	T (μm)	ΔW (g)	Lk (mdd)	TR	DL
Awal		-	-	-	-	-	0,132	66	-	-
1	0,5	5	0,04	0,045	88,8	4	0,03	15	J	Tkl
2		10	0,08	0,091	87,9	5	0,023	11,5	J	Tkl
3		15	0,13	0,137	94,8	5,5	0,017	8,5	B	Tkl
4		20	0,18	0,183	98,3	6,75	0,013	6,5	B	Tkl
5		5	0,09	0,091	98,9	4,375	0,022	11	J	Tkl
6	1	10	0,17	0,183	92,8	5,75	0,017	8,5	B	Tkl
7		15	0,27	0,274	98,5	6,25	0,014	7	B	Tkl
8		20	0,3	0,365	82,1	7,25	0,009	4,5	B	Tkl
9		5	0,13	0,137	94,8	5,25	0,015	7,5	B	Tkl
10		10	0,22	0,274	94,8	7	0,012	6	B	Tkl
11	1,5	15	0,38	0,411	80,2	7,5	0,01	5	B	Tkl
12		20	0,5	0,546	92,4	8	0,005	2,5	B	Tkl
13		5	0,18	0,183	91,5	5,75	0,011	5,5	B	Tkl
14	2	10	0,33	0,365	98,3	7,25	0,01	5	B	Tkl
15		15	0,43	0,548	90,4	8,25	0,006	3	B	Tkl
16		20	0,55	0,730	75,3	9,25	0,003	1,5	B	Tkl

Keterangan : spesimen setelah dilapis.

NS = Nomor spesimen

RA = Rapat arus

t = Waktu pelapisan

W_{akt} = Berat endapan aktual = Berat spesimen sebelum dilapis – Berat spesimen setelah dilapis.

W_{teo} = Berat endapan teoritis (hasil perhitungan HK. Faraday), $W_{teo} = \frac{Ar \cdot I \cdot t}{n \cdot F}$

η = Efisiensi pelapisan = $\frac{\text{Berat endapan aktual}}{\text{Berat endapan teoritis}} \times 100\%$

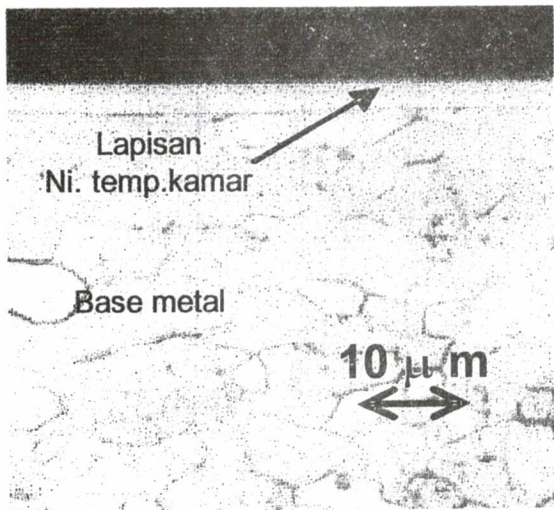
T_i = Tebal lapisan

W = Selisih berat spesimen sebelum dikorosikan dengan setelah dikorosikan

Lk = Laju korosi, $mdd = \frac{\Delta W}{A \cdot t}$ dimana A = Luas permukaan, t = waktu pengkorosian

TR = Tampak rupa, J = Jelek (lapisan tidak bagus, tipis/suram), B = Baik (lapisan mengkilat/terang)

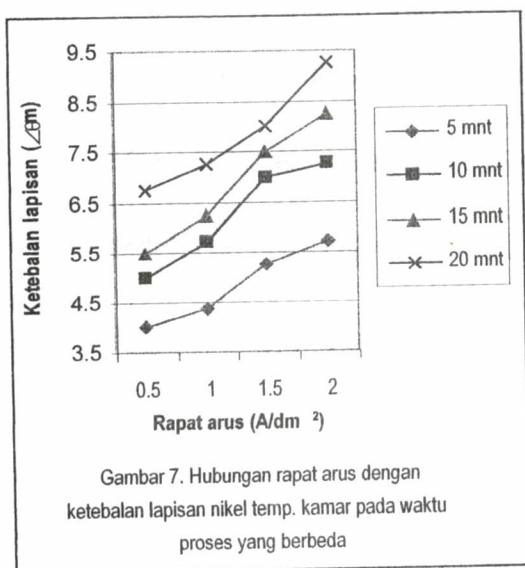
DL = Daya lekat, Kl = Lapisan terkelupas, Tkl = Lapisan tidak terkelupas (daya lekatnya baik)



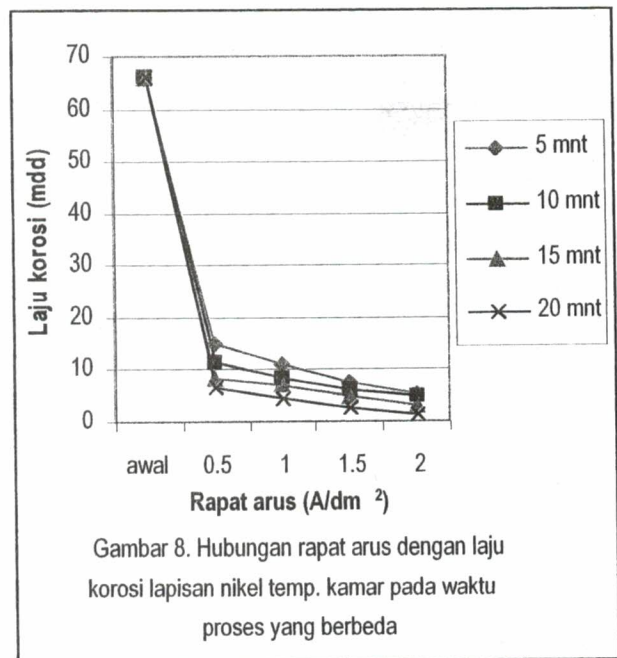
Gambar 5. Foto lapisan nikel temperatur kamar pada baja karbon rendah dengan matriks ferit (α')



Gambar 6. Foto Hasil uji daya lekat lapisan nikel temperatur kamar



Gambar 7. Hubungan rapat arus dengan ketebalan lapisan nikel temp. kamar pada waktu proses yang berbeda



Gambar 8. Hubungan rapat arus dengan laju korosi lapisan nikel temp. kamar pada waktu proses yang berbeda

4.1. Pembahasan

Dari tabel 2. terlihat bahwa komposisi spesimen yang digunakan sesuai dengan baja karbon rendah AISI 1005 yang memiliki fasa ferit (α') sebagai matriks (gambar 5).

Peningkatan rapat arus dan waktu pelapisan menyebabkan berat endapan dan ketebalan lapisan nikel temperatur kamar menjadi meningkat (table 3. dan gambar 7). Hal ini sesuai dengan hukum Faraday yang menyebutkan bahwa jumlah zat yang terbentuk dan terbebas selama elektrolisa berbanding lurus dengan besarnya arus dan waktu.

Relatif tipisnya lapisan yang terbentuk (maksimum 9,25 m pada RA = 2A/dm² ; t = 20 menit) menunjukkan bahwa elektrolit yang digunakan memiliki kecepatan pengendapan yang rendah akibat konsentrasi ion logam pada elektrolit yang relatif sedikit (larutan elektrolit cukup encer). Tetapi secara umum, tampak rupa lapisan nikel yang dihasilkan (khususnya untuk rapat arus 1,5 – 2 A/dm²) menunjukkan hasil yang baik (table 3).

Dari table 3 juga dapat dilihat bahwa seluruh lapisan nikel yang dihasilkan memiliki daya lekat yang baik (tidak terkelupas) dengan laju korosi yang rendah (1,5 mdd untuk rapat arus 2 A/dm² ; t = 20 menit) . Hal tersebut menunjukkan bahwa lapisan nikel temperatur kamar memiliki keuletan yang cukup baik. Jadi, anggapan mengenai kelemahan lapisan nikel temperatur kamar tidak semuanya benar.

Hal lain yang dapat dikemukakan dari pelapisan nikel temperatur kamar adalah biaya pembuatan larutan yang relatif murah (table 4) sehingga dapat dilakukan penghematan biaya sebesar 57,4%.

Selain itu, biaya listrik yang dikeluarkan untuk pemanasan larutan (2000 liter larutan memerlukan pemanas 6000 Watt) dapat dihilangkan dari komponen operating cost..

Elektrolit nikel dengan pemanasan			Elektrolit nikel temperatur kamar		
Komposisi (*)	Harga satuan (Rp)**	Biaya (Rp)	Komposisi (*)	Harga satuan (Rp)**	Biaya (Rp)
NiSO ₄ = 225 g/l	35.000,00 / kg	7.875,00	NiSO ₄ = 120 g/l	35.000,00 / kg	4.200,00
NiCl ₂ = 45 g/l	60.000,00 / kg	2.700,00	NH ₄ Cl = 10 g/l	20.000,00 / kg	200,00
H ₃ BO ₃ = 45 g/l	10.000,00 / kg	450,00	H ₃ BO ₃ = 15 g/l	10.000,00 / kg	150,00
aquadest	250,00 / ltr	250,00	aquadest	250,00 / ltr	250,00

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Untuk rapat arus 1,5 dan 2 A/dm², lapisan nikel temperatur kamar memiliki tampak rupa yang mengkilap/terang.
2. Seluruh lapisan memiliki daya lekat yang baik.
3. Biaya produksi pelapisan nikel temperatur kamar jauh lebih rendah dibandingkan dengan pelapisan nikel dengan pemanasan.

5.2. Saran

1. Perlu penelitian lebih jauh mengenai range rapat arus yang dapat menghasilkan kualitas lapisan yang tetap baik.
2. Perlu dilakukan usaha untuk mempercepat laju pengendapan nikel pada benda kerja tanpa mengorbankan kualitas lapisan.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. ASM., "Metal Handbook, vol. 5 : Surface, Cleaning, Finishing and Coating", ninth edition., 1982.
2. AESF., "Training Course in Electroplating & Surface Finishing", American Electroplaters and Surface Finishers Society., 1998.
3. Di Bari, George A., "Nickel Plating Baths", International Nickel Co., Inc., Saddle Brook, New Jersey. 1984
4. Lainer, V.I., "Modern Electroplating", Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 1970.
5. Necky Indrakusumah., B.E., "Proses pelapisan Tembaga, Nikel, dan Kromium", Lembaga Metalurgi Nasional LIPI., 1984.