Pengaruh Parameter Proses Pelapisan Nikel Terhadap Ketebalan Lapisan

Bambang Santosa dan Martijanti Syamsa
Jurusan Teknik Mesin, Universitas Jenderal Achmad Yani, Bandung
Email: martijanti@yahoo.co.id

ABSTRAK

Proses pelapisan nikel dengan menggunakan arus listrik (electroplating) merupakan salah satu pelapisan yang paling banyak digunakan pada industri sebagai hasil akhir atau lapisan dasar untuk proses selanjutnya. Proses pelapisan nikel dapat diaplikasikan untuk produk seperti pada medali yang bertujuan untuk melindungi logam dasar (tembaga) dari korosi dan permukaannya mempunyai warna yang mengkilap selama masa pakainya. Tebal lapisan yang dihasilkan pada permukaan medali ini akan dipengaruhi oleh beberapa parameter proses pelapisan, diantaranya rapat arus, temperatur dan waktu pelapisan. Metode penelitian yang digunakan adalah metoda eksperimental dengan melakukan pengujian ketebalan terhadap medali yang telah dilapis nikel dengan menvariasikan parameter waktu pelapisan (5, 10, 15 menit), rapat arus (0,28, 0,35, 0,42 amper) dan temperatur (40^{o}C, 50^{o}C, 60^{o}C). Parameter waktu pelapisan, temperatur dan rapat arus yang digunakan selama proses pelapisan ini akan mempengaruhi hasil lapisan nikel secara kuantitas, dimana semakin lama waktu pelapisan, semakin besar rapat arus dan semakin tinggi temperatur yang digunakan maka semakin tebal lapian nikel yang dihasilkan pada permukaan medali. Dari hasil pengujian diperoleh nilai tertinggi untuk tebal lapisan adalah 82 μm pada 0.42 amper dengan waktu pelapisan 15 menit dan temperatur pelapisan 60^{o}C.

Kata kunci: Pelapisan, tebal lapisan, rapat arus, temperatur, waktu pelapisan.

ABSTRACT

Nickel plating process by using electric current (electroplating) is a most widely applied plating in industry as a final result or basic plate for further processes. Nickel plating process can be applied to products such as medals aimed at protecting basic metal (copper) against corrosion and to keep their surfaces with shinning color throughout their life. The plate thickness to be produced on medals' surfaces would be influenced by some plating process parameters, among others, current density, temperature, and plating time. The research method used was experimental method by conducting thickness test on the nickel-plated medals by varying plating time (5, 10, 15 minutes), current density (0.28, 0.35, 0.42 ampere), and temperature (40^{o}C, 50^{o}C, 60^{o}C) parameters. Plating time, temperature, and current density parameters used during the plating process would have influence on nickel plate results qualitatively, where the bigger current density and the higher applied temperature, the thicker nickel plate produced on medals' surfaces. From the results of test it was obtained that the highest value of plate thickness was 82 μm on 0.42 ampere for a plating time of 15 minutes and at temperature of 60^{o}C.

***Keywords**: Plating, plate thickness, current density, temperature, plating time.*

PENDAHULUAN

Pembuatan produk-produk yang terbuat dari logam, misalnya pembuatan medali, biasanya pembuatannya dimulai dari tahap perancangan, pembentukan dan tahap penyelesaian. Agar diperoleh umur serta penampilan menarik biasanya tahap penyelesaiannya dilakukan dengan melapisi benda kerja dengan logam lain, diantaranya dengan electroplating, dapat juga dicat atau dipernis. Benda kerja seperti medali yang tidak dilapisi oleh lapisan pelindung lebih cepat terserang korosi. Korosi adalah peristiwa kerusakan permukaan pada benda kerja akibat pengaruh lingkungan. Peristiwa ini tidak dikehendaki karena dapat merusak baik fungsi maupun tampak rupa dari benda kerja yang mengalami peristiwa tersebut. Meskipun proses korosi adalah proses alamiah yang berlangsung dengan sendirinya dan tidak dapat dicegah secara mutlak, akan tetapi pencegahan dan penanggulangan tetap diperlukan. Tahap penyelesaian dengan pelapisan logam selain mencegah korosi

juga berfungsi dekoratif dengan membuat benda tersebut tetap mengkilap atau mempunyai warna cemerlang selama masa pakainya. [1]

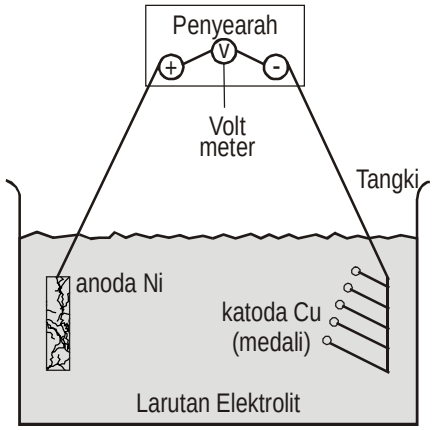
Dari sekian banyak jenis pelapisan logam, salah satunya adalah pelapisan Nikel, yang bertujuan untuk memperbaiki sifat permukaan logam agar tahan korosi. Proses pelapisan logam ini dilakukan dengan sistim lapis listrik dimana logam pelapis dalam hal ini nikel bertindak sebagai anoda, sedangkan benda kerja yang dilapisi sebagai katoda, kedua elektroda tersebut dicelupkan dalam suatu elektrolit yang mengandung nikel sulfat.[2]

Dalam operasi pelapisan, kondisi operasi perlu diperhatikan karena akan menentukan berhasil tidaknya proses pelapisan serta mutu yang diinginkan, dalam kaitannya dengan tebal lapisan yang terbentuk pada logam dasar dalam hal ini medali ada beberapa kondisi operasi yang mempengaruhi, diantaranya rapat arus, konsentrasi larutan, temperatur dan waktu pelapisan. Pengaruh waktu pelapisan dan rapat arus telah diteliti sebelumnya. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tebal lapisan tertinggi dicapai pada waktu pelapisan 15 menit dan dengan arus 0,42 amper [3]. Pelapisan kali ini dimaksudkan untuk mengetahui sejauhmana pengaruh rapat arus, temperatur dan waktu pelapisan dalam proses pelapisan nikel pada tembaga. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah agar dapat digunakan sebagai data dasar untuk penelitian selanjutnya di bidang pelapisan Nikel pada produk medali. Dalam penelitian ini, waktu pelapisan bervariasi 5, 10, 15 menit, rapat arus bervariasi 0.28, 0.35, 0.42 amper, sedang temperatur bervariasi 40^{o}C, 50^{o}C, 60^{o}C. Semua proses pelapisan dilakukan dengan konsentrasi larutan tetap.

TINJAUAN PUSTAKA

Pelapisan listrik bertujuan untuk melapisi logam pada permukaan logam atau permukaan yang konduktif melalui proses elektrokimia atau elektrolisa, agar mencapai permukaan yang tahan korosi dan penampilannya bagus, mengkilap, cemerlang dari segi estetika Komponen yang akan dilapis, dicelupkan di dalam larutan yang mengandung ion-ion logam yang akan diendapkan serta dijadikan katoda yang dihubungkan dengan kutub negatif sedangkan anoda dicelupkan dalam larutan dan dihubungkan dengan kutub positif serta arus yang digunakan adalah arus searah (arus DC). Arus dari sumber DC mengalir keluar rangkaian proses pelapisan listrik melalui electron-elektron yang bergerak hingga ke permukaan katoda, selanjutnya masuk ke dalam elektrolit melalui proses reduksi, di dalam larutan elektrolit dihantarkan oleh elektrolit yang ada di dalam larutan akhirnya masuk ke permukaan anoda pada saat oksidasi. Potensial yang ada diantara anoda dan katoda dapat menggerakkan atau menghantarkan muatan melintasi larutan logam untuk menentukkan laju anion yang dihantarkan/dipindahkan. [4]

Pelapisan menggunakan nikel dapat dilakukan dengan berbagai jenis larutan elektrolit. Lapis nikel dapat diklasifikasikan menurut jenis larutan elektrolit yang digunakan diantaranya terdapat larutan watt's (watt's bath), larutan sulfat (all sulfate bath), larutan Klorida (all chloride bath), larutan nikel hitam (black nikel bath), larutan nikel suram (Cold bath). Langkah-langkah operasi pelapisan nikel sama seperti pada pelapisan logam-logam lainnya, tetapi pada operasi ini perlu diperhatikan pH larutan, karena larutan mempunyai kecenderungan besar untuk menjadi alkalin. Begitu pula terhadap temperature dan rapat arus perlu diperhatikan karena akan mempengaruhi sifat-sifat lapisan yang dihasilkan. Untuk meningkatkan kualitas lapisan sesuai dengan yang diinginkan, pada larutan elektrolit dapat ditambahkan bahan-bahan seperti saccharine, butynedid. Mekanisme pelapisan pada nikel berlangsung melalui proses elektrolisa, dimana nikel sebagai anoda sedangkan logam yang akan dilapisi sebagai katoda yang dimasukkan ke dalam elektrolit yang mengandung nikel sulfat, nikel klorida dan asam borat. Skematik dari proses pelapisan nikel dapat dilihat pada Gambar 1. [2]



Gambar 1. Mekanisme Proses Pelapisan Nikel

Parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kualitas pelapisan Nikel, adalah [2]

1. Konsentrasi Larutan
   Konsentrasi ini akan berkaitan dengan nilai pH dari larutan. Pada larutan elektrolit nikel mempunyai batas-batas pH yang diijinkan agar proses tersebut berlangsung baik, berkisar antara 1,5 – 5,2. Jika nilai pH melebihi dari nilai yang diijinkan maka akan terjadi sumuran pada permukaan produk dan lapisan nikel kasar pada permukaan benda yang dilapisi.
2. Rapat Arus
   Rapat arus adalah harga yang menyatakan jumlah arus listrik yang mengalir persatuan luas permukaan elektroda. Terbagi dalam dua

macam rapat arus anoda dan rapat arus katoda. Pada proses lapis listrik rapat arus yang diperhitungkan adalah rapat arus katoda, yaitu banyaknya arus listrik yang diperlukan untuk mendapatkan atom-atom logam pada tiap satuan luas permukaan benda kerja yang akan dilapis. Untuk proses lapis listrik ini faktor rapat arus memegang peranan sangat penting, karena akan mempengaruhi efisiensi pelapisan, reaksi reduksi oksidasi dan difusi dari hasil pelapisan pada permukaan benda yang dilapis.

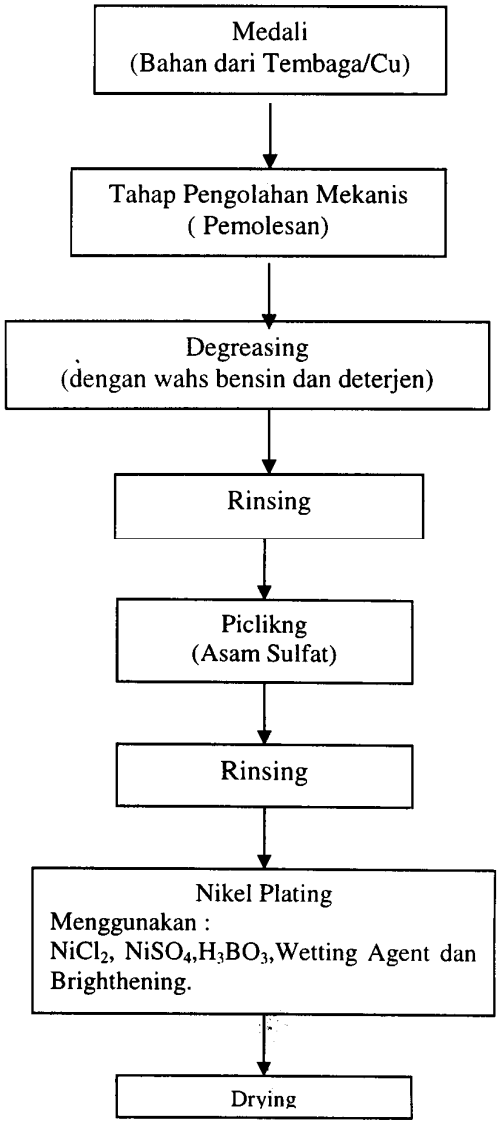
3. Temperatur dan Waktu Pelapisan
   Temperatur terlalu rendah dan rapat arus yang cukup optimum akan mengakibatkan hasil pelapisan menjadi kasar dan kusam, tetapi jika temperatur tinggi dengan rapat arus yang optimum maka hasil pelapisan menjadi tidak merata. Waktu pelapisan akan mempengaruhi terhadap kuantitas dari hasil pelapisan yang terjadi dipermukaan produk yang dilapis. Kenaikan temperatur akan menyebabkan naiknya konduktifitas dan difusitas larutan elektrolit, berarti tahanan elektrolit akan mengecil sehingga potensial dibutuhkan untuk mereduksi ion-ion logam berkurang.

Sampai batas-batas tertentu hal ini akan meningkatkan kuat arus, sehingga laju pengendapan dan efisiensi arus akan naik, akan tetapi rapat arus yang lebih tinggi karena naiknya konduktifitas jenis larutan mempercepat tercapainya rapat arus batas. Hal ini menyebabkan turunnya harga efisiensi arus. Keadaan ini cenderung mengarah pada lapisan yang kasar tetapi keuntungannya akan mengurangi terserapnya gas hydrogen dalam lapisan dan dapat menurunkan kekerasan lapisan.

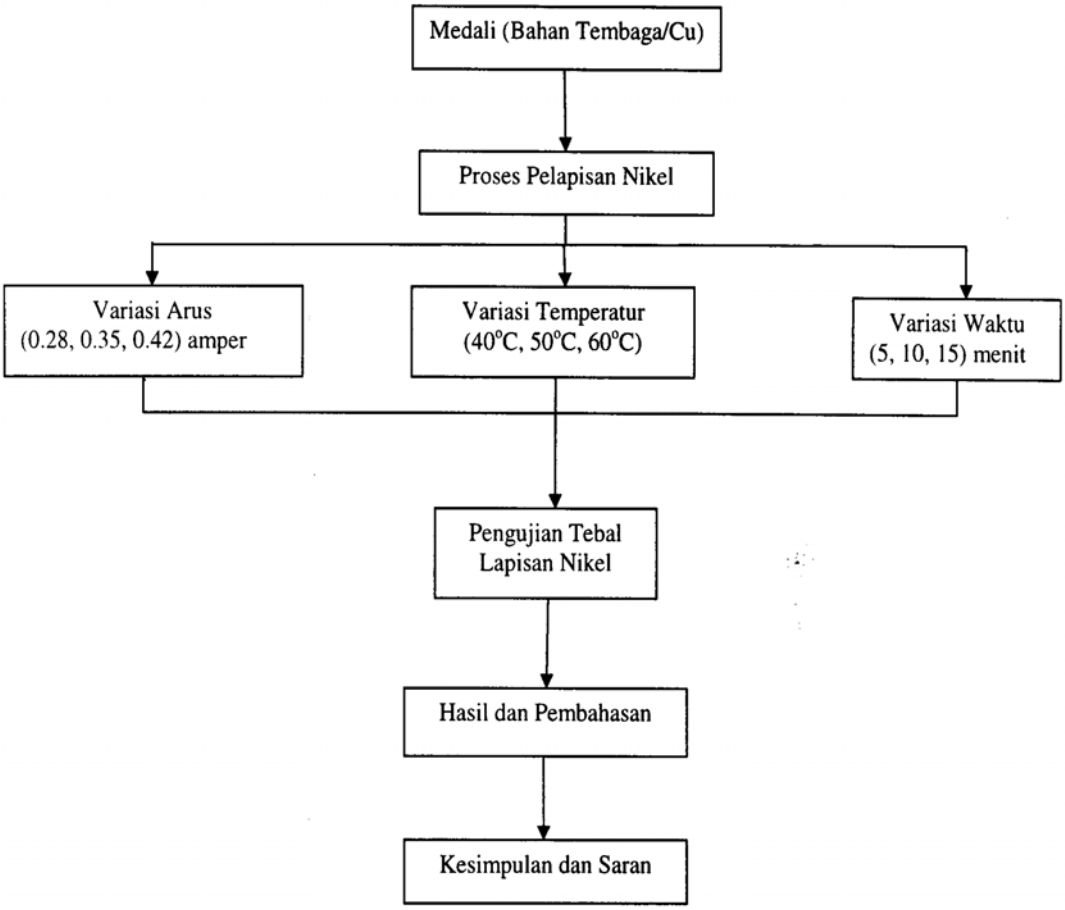
METODE PENELITIAN

Metoda yang digunakan untuk melakukan penelitian ini adalah metoda eksperimental. Data yang diperoleh dalam penelitian ini merupakan hasil percobaan pada proses pelapisan nikel pada medali dengan menvariasikan waktu pelapisan, temperatur dan rapat arus. Material yang digunakan untuk penelitian ini adalah medali sedangkan tahapan proses pelapisan nikel dari mulai proses persiapan permukaan secara mekanis maupun secara kimia sampai proses pelapisan nikel dapat dilihat pada Gambar 2. Larutan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri Nikel Sulfat (250 g/l), Nikel Klorida (50g/l), Asam Boric (30g/l), Brighthener (4ml), dan air (1liter). Adapun Kondisi operasi yang digunakan adalah temperatur pelapisan (40^{o}C, 50^{o}C, 60^{o}C), arus (0,28 ;0,35:0,42) amper, waktu pelapisan (5, 10, 15) menit, pH : 4 – 6. Untuk parameter proses pelapisan nikel yang berkaitan dengan faktor konsentrasi larutan yang berkaitan dengan nilai pH larutan (4-6) pada penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh langsung dari perusahaan PERURI (Perum Percetakan Uang Negara RI). Perusahaan tersebut merupakan perusahaan yang mengerjakan proses pelapisan nikel untuk medali. Untuk itu pH larutan tidak diukur karena proses pelapisan yang dilakukan seperti yang dilakukan di PERURI.

Faktor konsentrasi larutan pada proses pelapisan nikel pada penelitian ini merupakan parameter yang konstan, dan tidak kita teliti lebih jauh pengaruh dari faktor konsentrasi larutan tersebut terhadap hasil lapisan nikel pada permukaan medali. Pada penelitian ini dititikberatkan terhadap parameter arus, temperatur dan waktu pelapisan terhadap tebal lapisan nikel yang dihasilkan pada permukaan medali, tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Tahapan Proses Pelapisan Nikel pada Medali



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian tebal lapisan dengan memvariasi parameter proses pelapisan nikel dari rapat arus, temperatur dan waktu pelapisan dapat dilihat pada Tabel 1. Pada pemakaian rapat arus yang konstan dengan memvariasikan waktu pelapisan maka dari hasil pengujian tebal lapisan dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pelapisan maka rata-rata hasil lapisan nikel yang terjadi pada permukaan produk (medali) semakin tebal. Lapisan permukaan medali paling tebal diperoleh pada waktu pelapisan selama 15 menit, yaitu 65,5 μm Lapisan nikel pada permukaan medali paling tipis diperoleh pada waktu pelapisan 5 menit yaitu 8,333 μm.

Hal ini sesuai dengan hukum Faraday yang menyatakan bahwa jumlah endapan logam yang terbentuk sebanding dengan jumlah arus listrik yang diberikan dikalikan dengan lamanya operasi berlangsung. Nilai pH untuk keseluruhan proses yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan parameter tetap.

Pada hasil pengujian tebal lapisan untuk penggunaan arus yang berbeda dengan waktu yang digunakan konstan, maka tebal lapisan tertinggi diperoleh pada saat arusnya adalah 0.42 amper (65.5μm) dan tebal lapisan terendah diperoleh pada saat arusnya adalah 0.35 amper (8.333μm). Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu pelapisan serta semakin besar arus yang digunakan maka lapisan nikel yang terjadi pada permukaan medali semakin tebal.

Dengan kuat arus tetap, 0,35 ampere dan waktu 5 menit, menghasilkan pelapisan setebal 8,33 μm. Sedang dengan kuat arus yang lebih rendah (0,28 amper), tebal lapisan yang diperoleh adalah 9,167 μm, atau sekitar 12% lebih tebal dari hasil pelapisan pada 0,35 amper. Kedua proses dilakukan dalam kondisi pH larutan yang sama yaitu (4–6). Kondisi tersebut kemungkinan (merupakan praduga yang didukung oleh teori yang ada) diakibatkan oleh beberapa faktor. Diantaranya adalah konsentrasi larutan yang digunakan pada saat proses pelapisan. Secara teoritis konsentrasi larutan ini akan berkaitan dengan nilai pH dari larutan. Pada larutan elektrolit nikel mempunyai batas-batas pH yang diijinkan agar proses tersebut berlangsung baik, berkisar antara 1,5 – 5,2. Jika nilai pH melebihi dari nilai yang diijinkan maka akan terjadi sumuran

Tabel 1. Hasil Pengujian Tebal Lapisan Pada Proses Pelapisan Nikel untuk Medali

SAMPLE	NO	Arus	Suhu	Waktu	THICKNESS (μm)						LIMIT (μm)		MEAN
		(amper)	(°C)	(menit)	1	2	3	4	5	6	LOW	HIGH	(μm)
1	1	0.28	40	5	7	9	11	10	10	8	7	11	9.167
	2	0.28	40	10	18	22	18	19	33	16	16	33	21
	3	0.28	40	15	25	35	40	25	38	35	25	40	33
2	1	0.28	50	5	13	16	14	11	33	12	11	33	16.5
	2	0.28	50	10	20	31	24	20	27	19	19	31	23.5
	3	0.28	50	15	36	55	39	37	46	42	36	55	42.5
3	1	0.28	60	5	8	14	9	10	22	7	7	22	11.667
	2	0.28	60	10	13	24	29	12	20	21	12	29	19.833
	3	0.28	60	15	25	26	32	21	28	38	21	38	28.333
4	1	0.35	40	5	7	13	6	7	11	6	6	13	8.333
	2	0.35	40	10	20	27	28	19	23	25	19	28	23.667
	3	0.35	40	15	38	64	58	42	61	71	38	71	55.667
5	1	0.35	50	5	13	15	20	10	15	10	13	20	13.833
	2	0.35	50	10	20	30	20	17	31	21	17	31	23.167
	3	0.35	50	15	38	41	37	46	37	43	37	46	40.333
6	1	0.35	60	5	13	10	16	11	14	14	10	16	13
	2	0.35	60	10	21	25	22	23	21	21	21	25	22.167
	3	0.35	60	15	36	38	44	37	52	37	36	52	40.667
7	1	0.42	40	5	12	23	16	13	23	21	12	23	18
	2	0.42	40	10	22	35	49	22	32	29	22	29	31.5
	3	0.42	40	15	42	57	53	40	67	57	40	67	52.667
8	1	0.42	50	5	12	26	18	25	12	24	12	26	19.5
	2	0.42	50	10	23	29	27	18	33	29	18	33	26.5
	3	0.42	50	15	42	58	67	33	52	62	33	67	52.333
9	1	0.42	60	5	16	17	13	12	13	20	12	20	15.167
	2	0.42	60	10	27	40	36	27	34	38	27	40	33.667
	3	0.42	60	15	42	68	70	59	72	82	42	82	65.5

pada permukaan produk dan lapisan nikel kasar pada permukaan benda yang dilapisi. Sebaiknya pada penelitian lebih lanjut, harus dilakukan serangkaian pengujian untuk mendapatkan data-data tentang sejauhmana pengaruh dari faktor konsentrasi larutan terutama pH larutan yang digunakan untuk mendapatkan mutu lapisan yang baik.

Pengujian pada temperature 40^{0}C dan dengan arus 0,28 amper serta waktu proses selama 5 menit, menghasilkan tebal lapisan yang lebih tipis jika dibandingkan dengan hasil pengujian pada temperatur 50 ^{0}C dan 60^{0}C. Tetapi untuk kondisi arus dan waktu yang sama yaitu 0,28 amper selama 5 menit, tebal lapisan yang diperoleh pada temperatur 60 ^{0}C, lebih tipis jika dibandingkan pada temperatur 50^{0}C. Tebal lapisan yang dihasilkan pada pengujian dengan arus 0,28 amper dan waktu pelapisan 10 menit dan 15 menit cenderung sama dengan yang dihasilkan pada waktu pelapisan 5 menit. Tebal lapisan mengalami peningkatan nilai pada temperatur 50^{0}C dibandingkan pada temperatu 40^{0}C tetapi tebal lapisan tidak mengalami peningkatan pada temperature 60^{0}C. Kondisi yang sama terjadi pada arus 0,35 amper untuk temperatur 50^{0}C dan 60^{0}C dengan waktu pelapisan 15 menit terjadi penurunan nilai dari tebal lapisan dibandingkan pada temperatur 40 ^{0}C. Penurunan nilai tebal lapisan terjadi pula pada arus 0,42 amper dan temperatur 50^{0}C dengan waktu pelapisan 10 menit serta temperatur 60^{0}C dengan waktu pelapisan 5 menit. Secara teoritis dinyatakan bahwa kenaikan temperatur akan menyebabkan naiknya konduktifitas dan difusitas larutan elektrolit, berarti tahanan elektrolit akan mengecil sehingga potensial dibutuhkan untuk mereduksi ion-ion logam berkurang sehingga hasil lapisan yang dihasilkan pada permukaan logam akan menurun.

Dari hasil pengujian ini dapat dijadikan dasar untuk melakukan proses pelapisan nikel pada medali dalam menentukan arus, waktu dan temperature pelapisan yang digunakan untuk menghasilkan tebal akhir dari lapisan nikel yang diinginkan di permukaan medali. Jika misalnya hanya menginginkan tebal lapisan dalam range antara (10 – 20) μm maka tidak usah menggunakan arus yang besar dan waktu pelapisan yang lama sehingga dapat menekan waktu proses. Arus yang dapat digunakan adalah antara 0.28–0.35 amper, waktu pelapisan antara 5–10 menit dan temperatur pelapisan (40–50) ^{0}C. Kondisi temperatur harus dijaga konstan, jangan sampai mengalami peningkatan maupun penurunan yang cukup besar karena akan mempengaruhi nilai kualitas maupun kuantitas dari tebal lapisan yang dihasilkan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tebal lapisan nikel pada medali akan dipengaruhi oleh parameter rapat arus, temperatur dan waktu pelapisan.
2. Semakin lama waktu pelapisan dan semakin besar arus yang digunakan maka semakin tebal lapisan nikel yang dihasilkan pada permukaan medali.
3. Temperatur pada proses pelapisan harus dijaga konstan karena akan mempengaruhi terhadap tebal lapisan nikel yang dihasilkan pada permukaan medali.

Saran

Untuk mendukung dan melengkapi data-data dari hasil penelitian ini, maka pada penelitian selanjutnya untuk menganalisa pengaruh dari parameter proses pelapisan nikel tentang faktor konsentrasi larutan (pH larutan) terhadap mutu lapisan nikel yang dihasilkan pada permukaan benda kerja, khususnya untuk medali .

DAFTAR PUSTAKA

1. Agus Solehudin, Leni Juwita, "Simulasi Proses Pelapisan Logam Nikel Dekoratif Untuk Meningkatkan Kualitas Produk", *Majalah Ilmiah Kartika Wijayakusuma*, Vol 10, No.1, Pebruari 2002, hal 40-46.

2. Anton J. Hartono, Tomijiro Kaneko, *Mengenal Pelapisan Logam*, Yogya, 1995.

3. Bambang Santosa,Martijanti, "Pengaruh Waktu dan Rapat Arus Pada Proses Pelapisan Nikel Terhadap Ketebalan Lapisan", *Majalah Ilmiah Kopertis*, Nomor 11, Juni 2004, hal 32 – 35.

4. *Metals Hand Book*, Volume 2, "Heat Treating, Cleaning and Finishing", 1964.