



Available online at www.jurnal.untidar.ac.id

JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING

Journal homepage: <http://jurnal.untidar.ac.id/index.php/mechanical/index>



Korelasi Suhu Larutan dan Waktu Pelapisan terhadap Ketebalan dan Kekerasan Nikel *Plating* Baja St 37

A. Noor Setyo H.D.^{a,*}, Arif Fatchurahman^b

^{a,b}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Jl. Kapten Suparman 39 Potrobangsari, Magelang Utara, Jawa Tengah 56116, Indonesia

*noorsetyo@yahoo.com

Keyword:

solution
temperature,
immersion time,
electrolyte, anode

ABSTRACT

This study aims to determine the correlation between solution temperature and coating time on the thickness and hardness of the nickel layer. Nickel-plating is obtained from the ST 37 electroplating steel with independent variables of electrolyte temperature and coating time. The nickel-plating process uses an electrolyte solution with a mixture of 150 gr/l NiSO₄, 30 gr/l NH₄Cl, 30 gr/l H₃BO₃, pH around 3.7, air agitation, nickel rod anode, current strength of 1.08 amperes, and voltage 12 Volt. The thickness of the nickel plating layer is known using the Invinty 2 electron microscope software version 6.4.0, while the hardness is Micro Hardness Tester. The test results show, the thickness and hardness of the plating layer increases due to the increase in electrolyte temperature and the length of coating time. The highest thickness of the plating layer occurs at electrolyte temperatures 60 ° C, 45 ° C, and 30 ° C respectively 30.00 μm, 21.00 μm, and 15.00 μm with a dip time of 13 minutes, while the highest hardness is 778 , 33 VHN0.025, 579.33 VHN0.025, and 408.53 VHN0.025 with a coating time of 10 minutes, conversely the plating hardness decreased to 644.83 VHN0.025, and 523.07 VHN0.025. at a solution temperature of 60°C and 45°C, and increased to 456.17 VHN0.025 at a solution temperature of 30 ° C with a coating time of 13 minutes. nickel ions to the anode are high, and the nickel salt concentration is high, conversely with increasing coating time, the hardness of the layer decreases, due to the pH of the electrolyte rising, the saturated and dirty solution resulting in low anode efficiency.

Kata Kunci:

suhu larutan, waktu
pencelupan,
elektrolit, anoda

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi suhu larutan dan lama waktu pelapisan terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan *nikel*. *Nikel-plating* diperoleh dari hasil *electroplating* baja ST 37 dengan variabel independen suhu elektrolit dan lama waktu pelapisan. Proses *nikel-plating* menggunakan larutan elektrolit dengan campuran 150 gr/l NiSO₄, 30 gr/l NH₄Cl, 30 gr/l H₃BO₃, pH sekitar 3,7, agitasi udara, anoda batang nikel, kuat arus 1,08 amper, dan tegangan 12 Volt. Tebal lapisan nikel plating diketahui dengan menggunakan mikroskop elektron *Invinty 2* versi *software* 6.4.0, sedang kekerasan Micro Hardness Tester. Hasil pengujian menunjukkan, tebal dan kekerasan lapisan *plating* meningkat akibat kenaikan suhu elektrolit dan lama waktu pelapisan. Tebal lapisan plating tertinggi terjadi pada suhu elektrolit 60°C, 45°C, dan 30°C masing-masing 30,00 μm, 21,00 μm, dan 15,00 μm dengan lama

waktu celup 13 menit, sedang kekerasan tertinggi 778,33 VHN_{0,025}, 579,33 VHN_{0,025}, dan 408,53 VHN_{0,025} dengan lama waktu pelapisan 10 menit, sebaliknya kekerasan plating menurun menjadi 644,83 VHN_{0,025}, dan 523,07 VHN_{0,025}. pada suhu larutan 60° C dan 45 °C, dan meningkat menjadi 456,17 VHN_{0,025} pada suhu larutan 30°C dengan waktu pelapisan 13 menit, Hasil penelitian menyimpulkan, tebal lapisan bertambah dengan naiknya suhu elektrolit dan waktu pencelupan, hal ini akibat kecepatan gerak ion nikel menuju anoda tinggi, dan konsentrasi garam nikel tinggi, sebaliknya dengan bertambahnya waktu pelapisan, kekerasan lapisan menurun, akibat pH elektrolit naik, larutan jenuh dan kotor sehingga efisiensi anoda rendah.

PENDAHULUAN

Perancang permesinan, dan manufaktur sering dihadapkan kesulitan dalam persoalan pemilihan material dasar (*raw material*) yang akan digunakan sebagai bahan dasar komponen mesin atau konstruksi. Material dasar harus memenuhi persyaratan teknik tertentu seperti tahan terhadap ketangguhan, kekuatan, kekerasan, keausan, korosi, indah dipandang mata, dan mudah dalam proses *finishing* [1].

Penggunaan logam berkualitas tinggi sebagai bahan dasar tentu saja akan menjadikan biaya/harga jual hasil produksi mesin atau peralatan mereka tinggi, sehingga hasil produk mereka kurang mampu bersaing di pasaran dengan produk yang sejenis. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka banyak industri berupaya menerapkan teknik rekayasa bahan untuk meningkatkan kualitas bahan dasar rendah atau sedang, berharga murah agar menjadi bahan berkualitas tinggi sesuai dengan syarat teknik yaitu dengan teknik *surface treatment* [2].

Melalui teknik *surface treatment*, bahan kualitas rendah atau sedang sifat fisis dan mekanis logam dapat ditingkatkan mutu dan kualitasnya baik fisis maupun mekanis menjadi bahan yang lebih baik sesuai dengan yang diinginkan, baik sifat fisis maupun mekanis dengan cara melalui proses pelapisan permukaan (*coating*), perlakuan mekanis (*mechanical treatment*), atau berupa perlakuan panas (*heat treatment*) [3].

Electroplating adalah merupakan salah satu teknik pelapisan permukaan logam yang mengubah sifat fisik, mekanik, dan sifat teknologi suatu material. *Electroplating* banyak diminati untuk pelapisan permukaan komponen sepeda motor, mobil dan lain sebagainya, karena selain sifat dekoratif dan atraktif, *electroplating* juga meningkatkan kekerasan permukaan, ketahanan aus, dan ketahanan korosi, keindahan serta nilai ekonomis yang cukup tinggi terhadap material [4]. Sehingga teknik *electroplating* banyak dilakukan di industri-industri untuk meningkatkan sifat fisis maupun mekanis permukaan, baik untuk bahan konduktor maupun non

konduktor [5].

Salah satu proses *electroplating* yang banyak dilakukan di industri yaitu pelapisan nikel, karena proses ini mudah, hasil produk mengkilap serta beroperasi pada arus yang rendah dan mampu memberikan lapisan logam yang keras pada permukaan substrat, tanpa merubah karakteristik sifat-sifat logam induk, sehingga hal ini akan meningkatkan unjuk kerja (*performance*) komponen mesin yang akan digunakan dan disamping itu akan menjadikan tampilan permukaan logam lebih menarik, bertekstur dan berwarna [6].

Jenis proses *nikel plating* ada 2 (dua) macam, yaitu *bright nikel plating* dan *semi bright nikel plating*, dan proses *duplex* [7]. Jenis *semi bright* banyak dipakai sebagai lapisan pertama yaitu *nikel plating*, sedang proses *bright* dipakai sebagai lapisan kedua yaitu berupa lapisan *chromium plating*. Seding untuk meningkatkan daya ketahanan karat, dan mengurangi laju keausan proses pelapisan plating sering dilakukan dengan cara duplek yaitu cara melakukan dua lapisan plating [8].

Untuk meningkatkan kekerasan, selama proses *electroplating* berlangsung, perlu dilakukan penambahan nikel klorida untuk mempercepat proses pengkorosian anoda dan peningkatan konduktivitas larutan elektrolit agar struktur kristal lapisan yang diperoleh lebih halus sehingga kekerasan permukaan meningkat akibat bertambahnya kepadatan lapisan ion nikel pada permukaan lapisan [9]. Seding penambahan asam borat sebagai penyangga (*buffer*) untuk mempermudah malakukan pengontrolan pH larutan dan mencegah stratifikasi larutan elektrolit agar temperatur larutan elektrolit tetap seragam. Oleh karena hal tersebut selama proses perlu adanya proses agitasi terhadap elektrolit, baik secara mekanik, udara, sirkulasi larutan, maupun penggoyangan katoda [10].

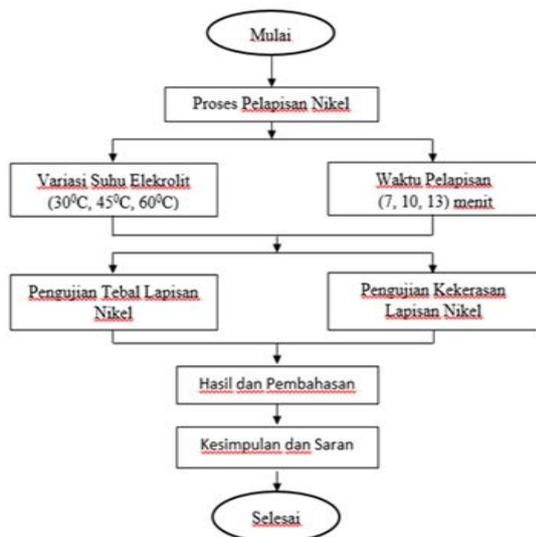
Berdasarkan beberapa pertimbangan uraian di atas, penulis menganggap perlu dipelajari/diteliti lebih lanjut mengenai proses pelapisan listrik (*electroplating*) khususnya lapisan nikel tentang hubungan /korelasi antara suhu larutan plating dan

lama waktu pelapisan terhadap tingkat ketebalan dan kekerasan nikel plating yang dihasilkan.

METODE

Dalam penelitian ini metode yang digunakan metode eksperimen langsung, dengan variabel *independent* suhu elektrolit 30° C, 45° C, 60° C dan waktu pencelupan 7, 10, dan 13 menit, dan variabel *dependent* tebal lapisan, dan kekerasan lapisan., sedang faktor konsentrasi dan pH larutan merupakan parameter yang konstan, dan tidak diteliti lebih jauh pengaruh dari faktor konsentrasi larutan terhadap ketebalan dan kekerasan hasil pelapisan nikel.

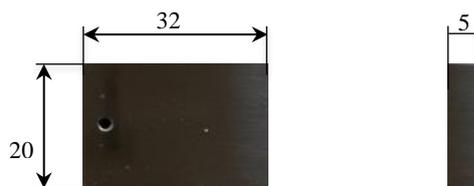
Paramater penelitian dititikberatkan pada mengamati pengaruh lama pelapisan, dan temperatur larutan terhadap ketebalan dan kekerasan permukaan lapisan nikel dengan tahapan penelitian dapat dilihat seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Bahan Penelitian

Bahan dasar spesimen benda uji dalam penelitian ini baja ST 37 dengan memiliki dimensi terlihat seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Spesimen Benda Uji

Sedang bahan utama dan bahan pembantu yang digunakan diantaranya, yaitu:

1. baja karbon ST 37
2. elektroda nikel (Ni) dengan kemurnian 99,98 %

3. komposisi larutan *nikel plating* yang digunakan NiSO_4 : 150 gr/l, NH_4Cl : 30 gr/l, H_3BO_3 : 30 gr/l, dengan kondisi operasi : temperatur : 25-35 °c, ph: 4-6, kuat arus: 1,25, 1,5, 1,75 amper, agitasi : udara.
4. air bebas mineral (*aquades*) dan air ledeng/kota
5. amplas dengan kekasaran # 80, 120, 240, 360, 400, 500, 600, 800, 1000, dan 2000
6. larutan etsa 35% hno_3 + 65% hcl .
7. autosol metal polish
8. alcohol
9. caustic soda
10. sodium carbonat
11. surfactant
12. asam clorid
13. brightener Mnt 14 ml
14. brightener Mu 14 ml

Alat Penelitian

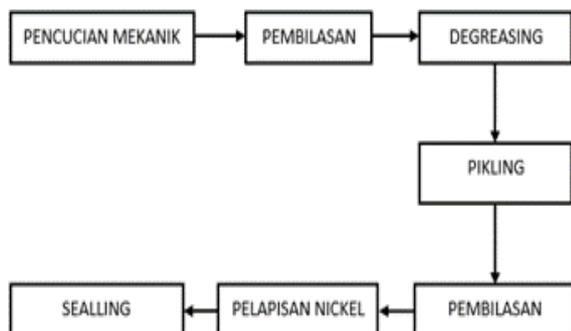
Macam alat dan jenis peralatan yang digunakan mulai dari tahap persiapan, tahap pengujian hingga tahap akhir penelitian dilakukan diantaranya yaitu :

1. mesin lapis listrik (*electroplating*) dengan spesifikasi teknik power input 3x380/220 Volt, Arus 35 Amper.
2. mesin bubut/CNC
3. mikroskop optik.
4. mesin uji kekerasan Vickers (*mikro hardness tester*)
5. mesin buffing, burring, barreling.
6. mesin polesh merek metaserv
7. pH meter
8. termometer skala 0 – 110°C
9. alat pendukung lainnya: sarung tangan, masker, hair dryer, spidol.

Proses Pelapisan

Secara keseluruhan tahapan proses *nikel plating* dilakukan seperti bagan alir yang terlihat pada Gambar 3. Persiapan benda uji dilakukan melewati beberapa tahapan proses pengerjaan, mulai proses pembubutan, pemotongan dan penggerendaan untuk mendapatkan ukuran spesimen sesuai yang diinginkan.

Proses penghalusan permukaan spesimen dilakukan dengan memakai mesin poles, menggunakan kertas ampelas ukuran kekasaran terkecil mesh #200 sampai yang terbesar #2000, setelah itu baru dilanjutkan dengan memakai kain beludru yang diberi *autosol metal polish* untuk memperoleh permukaan yang mengkilat dan bebas dari goresan.



Gambar 3. Tahapan proses *Plating*

Pencucian Mekanik

Sebelum proses pelapisan dilaksanakan, perlu dilakukan beberapa tahapan proses pendahuluan diantaranya proses pencucian mekanik, pembilasan, *degreasing*, *pikling*, pembilasan dan *sealing*.

Pencucian mekanik dilakukan untuk mendapatkan permukaan benda uji yang bebas dari kotoran, bersih, halus dan bebas goresan serta geram-geram yang masih melekat pada permukaan spesimen, dengan menggunakan mesin *buffing*.

Degreasing

Degreasing terhadap benda uji dilakukan dengan menggunakan larutan basa pada suhu 50° C. Proses *degreasing* bertujuan untuk membersihkan permukaan spesimen dari kotoran lemak, minyak atau padatan lainnya.

Proses dilakukan dengan cara merendam spesimen benda uji ke dalam bak air *aquades* yang dicampur larutan sodium phosphat caustic soda (NaOH) sebanyak 25 gr/liter selama kurang lebih 15 menit, setelah dirasa cukup baru dilakukan pembilasan.

Pickling

Merupakan proses pencucian spesimen benda kerja dengan memakai campuran larutan asam (HCl) dengan air yang bertujuan untuk membersihkan oksida dan karat yang menempel pada permukaan benda uji. Proses pembersihan dilakukan dengan merendam spesimen kedalam air yang telah dicampur asam chlorid (HCl) sebanyak 12 % pada temperatur 40 °C selama kurang lebih 15 menit.

Selanjutnya untuk menetralsir sisa larutan asam dan alkalin yang masih nempel pada spesimen, dilakukan proses pembilasan dengan menggunakan air yang mengalir secara bertahap, sampai permukaan material benar-benar bersih, dan bebas dari asam dan alkalin baru dilakukan pengeringan.

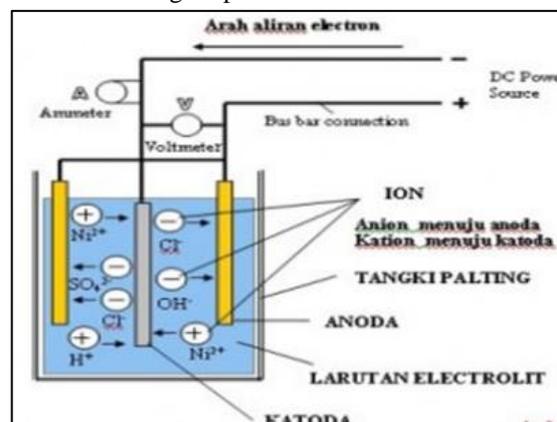
Proses Pelapisan Nikel

Secara skematik proses pelapisan nikel berlangsung terlihat seperti pada Gambar 4. Selama proses pelapisan berlangsung, reaksi reduksi terjadi pada katoda sedang pada anoda terjadi reaksi oksidasi sebagai berikut:

Tabel 1. Reaksi Reduksi dan Oksidasi

Reaksi reduksi:	Reaksi oksidasi:
$Ni^{2+} + 2e \rightarrow Ni^0$	$Ni^0 \rightarrow Ni^{2+} + 2e$
$2H^+ + 2e \rightarrow H^2$	$4OH \rightarrow O_2 + 2H_2O + 2e$
	$2Cl \rightarrow Cl_2 + 2e$

Selanjutnya spesimen setelah proses selesai, benda uji dikeluarkan dari bak pencelup, langsung dilakukan proses *sealing* pada temperatur 90–110°C dalam larutan alkalin kurang lebih satu jam, pembilasan dalam air tawar, pengeringan dan terakhir *buffing* untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada spesimen agar benda kerja kelihatan bersih dan mengkilap.



Gambar 4. Skema Proses Pelapisan Nikel

Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui sejauh mana perubahan sifat kekerasan material yang terjadi, sebelum dan sesudah dilakukan proses *nickel plating*. Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan mesin *Micro Hardness Tester* Gambar 5 dan nilai kekerasan diperoleh berdasarkan metode Vickers sesuai standar ASTM E92.

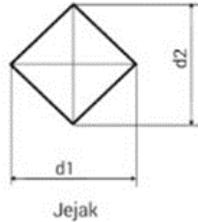
Pengujian kekerasan, dilakukan dengan cara menekan permukaan lapisan dengan menggunakan indentor intan yang berbentuk piramida dengan sudut 136° dan beban tekan 25 gram selama 10 detik. Nilai kekerasan benda uji ditentukan dengan mengukur bekas diagonal injakan hasil identifikasi, kemudian disubstitusikan kedalam persamaan:

$$VHN = 1,854 \frac{P}{d^2} \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

P = beban indentasi (kgf)

d = rata-rata diameter jejak (mm).



Gambar 5. Mesin Uji Kekerasan

Tahapan pengujian kekerasan dilakukan sebagai berikut:

- a. persiapan benda uji yaitu meratakan permukaan spesimen menggunakan mesin gerinda dan kikir,
- b. menghaluskan permukaan spesimen uji dengan mesin polesh yang menggunakan ampelas menggunakan kekasaran butir #200 sampai dengan # 1500 dan untuk menghilangkan kerak, lemak, minyak, cat dan kotoran lainnya dipakai autosol,
- c. tempatkan spesimen uji pada meja uji
- d. putarlah turet hingga lensa obyektif dari mikroskop berada pada posisi tegak lurus terhadap permukaan spesimen
- e. amati permukaan spesimen melalui okuler sampai diperoleh fokus.
- f. atur posisi indenter berada pada posisi tegak lurus permukaan spesimen
- g. tekan tombol start, indenter akan mulai menekan spesimen uji dengan beban uji (50 gram) secara otomatis oleh mesin.
- h. tunggu beberapa saat (biasanya 10 - 15 detik) hingga rentang waktu penerapan beban (*dwell time*) tercapai.
- i. putar turet untuk menempatkan lensa objektif kembali tegak lurus terhadap permukaan spesimen.
- j. lakukan pengukuran kedua diagonal jejak (lekukan) hasil penekanan indenter. pertama ukur diagonal arah mendatar dari jejak dengan cara melihatnya melalui okuler dan memutar roda drum mikroskop untuk mengukur diagonal jejak tersebut.
- k. selanjutnya putar mikroskop 90° sehingga posisinya menjadi tegak, lalu ukur diagonal arah tegak dari jejak dengan cara yang sama seperti di atas.
- l. menghitung nilai kekerasan *vickers*. dengan melihatnya pada tabel pengujian kekerasan *vickers* atau melalui perhitungan dengan memakai rumus.

Pengujian Tebal Lapisan

Pengamatan tebal lapisan spesimen uji *nikel plating* akibat adanya variasi suhu larutan elektrolit dan lama waktu pelapisan dilakukan dengan menggunakan mikroskop elektron *Invinity 2* versi *software* 6.4.0 pembesaran lensa 200 kali Gambar 6. Preparasi benda uji hasil plating mula-mula dipotong secara melintang, dilanjutkan proses mounting dengan menggunakan resin. Baru setelah itu dilakukan pengukuran tebal lapisan masing-masing spesimen dengan menggunakan mikroskop optik digital dengan pembesaran 200 kali.



Gambar 6. Mikroskop elektron *Invinity 2* versi *software* 6.4.0

Adapun langkah-langkah proses pengujian dilakukan sebagai berikut:

- a. persiapan benda uji dengan meratakan permukaan spesimen menggunakan mesin gerinda dan kikir,
- b. melakukan mounting spesimen dengan menggunakan resin
- c. lakukan pemolesan benda uji dengan menggunakan amplas kasar dan halus baru dilanjutkan dengan autosol.
- d. lakukan *etching* (pengetsaan) pada permukaan spesimen yaitu mengkorosikan permukaan spesimen dan untuk menghilangkan kotoran pada daerah batas butir.
- e. letakan spesimen pada penjepit mikroskop.
- f. atur fokus mikroskop hingga struktur mikro terlihat paling jelas (perbesaran yang digunakan 50 kali, 100 kali, 200 kali, dan 500 kali.)

- g. lakukan pomotretan ketebalan spesimen sesuai pembesaran yang diinginkan.
- h. ulangi langkah 1 sampai 5 untuk masing-masing spesimen yang lainnya.

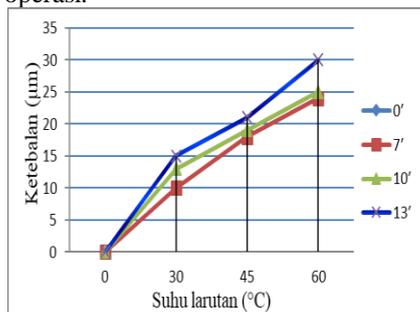
HASIL DAN PEMBAHASAN

Selama proses *electroplating*, lapisan nikel terjadi pada substrat benda uji terjadi akibat perpindahan ion-ion nikel bermuatan listrik dari elektroda (anoda) lewat elektrolit dan terdeposit pada benda kerja (katoda) sesuai reaksi redoks (reduksi-oksidasi) yaitu sebagai berikut:

1. Reaksi reduksi yang terjadi pada katoda
 - pengendapan ion Ni : $Ni^{2+} + 2e \rightarrow Ni^0$
 - penguapan ion H : $2H^+ + 2e \rightarrow H_2$
2. Reaksi oksidasi yang terjadi pada anoda:
 - pelepasan ion Ni : $Ni^0 \rightarrow Ni^{2+} + 2e$
 - pelepasan ion H: $4OH \rightarrow O_2 + 2H_2O + 4e$
 - pelepasan ion Cl : $2Cl \rightarrow Cl_2 + 2e$

Terlihat dari reaksi elektrolisis di atas, pengendapan lapisan *nickel* dan pelepasan ion hydrogen (H) berlangsung dalam bentuk gas H_2 melalui reaksi reduksi. Selama reaksi redoks berlangsung, besar arus listrik dalam mensuplai ion-ion logam, dari anoda menuju katoda akan berpengaruh terhadap besar kecilnya ketebalan, kerataan, adhesi dari tebal lapisan yang dihasilkan. Sedang jumlah atom-atom logam yang diendapkan pada katoda/specimen benda uji harus menempati dan mengikuti kisi susunan atom logam dasar (*epitaxial growth*) atau membentuk *alloy* dengan logam dasar melalui adhesi atau difusi, oleh karena itu, proses *pretreatment* benda uji sangat penting untuk menentukan keberhasilan dalam proses pelapisan

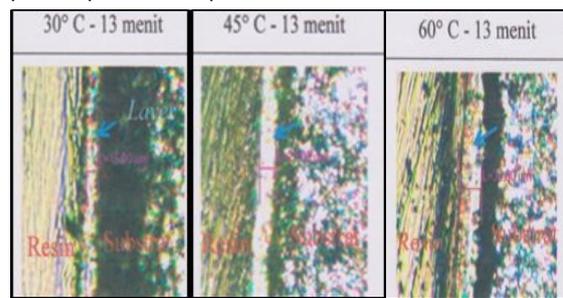
Gambar 4 menunjukkan hubungan tebal lapisan terhadap temperatur elektrolit. Tebal lapisan plating akan mengalami kenaikan yang cukup signifikan dengan bertambahnya temperatur elektrolit. Penambahan tebal lapisan berbanding lurus dengan lama waktu pelapisan dan temperatur elektrolit, hal ini sesuai dengan hukum Faraday yang menyatakan bahwa jumlah endapan logam yang terbentuk selama proses berlangsung akan sebanding dengan jumlah arus listrik yang diberikan dikalikan dengan lama waktu operasi.



Gambar 7. Hubungan Suhu Larutan terhadap Tebal Lapisan Nikel

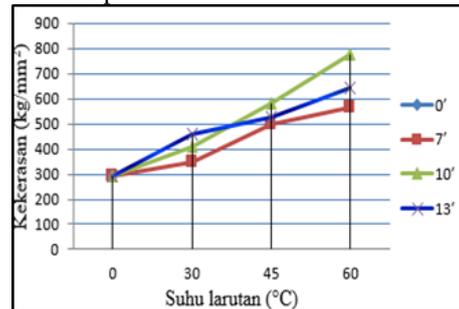
Semakin bertambahnya waktu pelapisan, tebal lapisan akan semakin meningkat. Hal ini terjadi akibat porsi akumulasi pergerakan elektron dan transfer ion nikel pada kedua elektroda semakin meningkat sehingga banyak ion nikel yang mengendap pada substrat baja ST 37 hingga mencapai titik optimal/jenuhnya, kemudian lapisan plating pecah.

Hasil pengujian Gambar 7 menunjukkan, penambahan tebal lapisan nikel pada rapat arus dan pH elektrolit yang konstan akan berbanding lurus dengan naiknya temperatur elektrolit pada 30°C, 45°C dan 60°C dengan lama waktu pelapisan 13 menit, secara berurutan diperoleh tebal lapisan plating sebesar 30 µm, 21 µm, dan 15 µm Gambar 8, sedang terendah dengan waktu pelapisan 7 menit pada suhu elektrolit 30°C, 45°C dan 60°C yaitu 10 µm, 18 µm dan 24 µm.



Gambar 8. Hasil Uji Tebal Lapisan

Sedang akibat pengaruh lama waktu pelapisan proses pelapisan nikel terhadap kekerasan permukaan lapisan plating hasil pengujian diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hubungan Suhu Larutan terhadap Kekerasan

Hasil pengujian menunjukkan, pada suhu larutan elektrolit 30°C dengan semakin lama waktu pencelupan akan meningkatkan kekerasan permukaan lapisan nikel. Hal ini karena kecepatan gerak ion positif dari anoda ke katoda meningkat, proses pengendapan ion-ion positif dan atom hidrogen yang masuk secara interstiti kedalam struktur endapan bersama unsur pelapis berlangsung lebih cepat dan lebih padat.

Lapisan *plating* akan mengalami kenaikan tegangan karena akibat adanya distorsi kisi pada lapisan. Selain itu dengan meningkatnya tebal lapisan, menyebabkan lapisan memiliki kerapatan

lebih tinggi akibat adanya interaksi yang lebih stabil antara ion nikel dengan logam dasar (*substrat*), dan interaksi antara ion Fe dan Ni sehingga lapisan memiliki sifat lebih keras.

Pada kondisi arus yang konstan sebesar 1,08 Amper, pada tegangan 12 Volt diperoleh nilai kekerasan plating tertinggi terjadi pada suhu elektrolit 60°C, dan 45°C, dengan waktu pelapisan 10 menit pada arus konstan secara berurutan diperoleh besar kekerasan lapisan 778,33 VHN_{0,025}, 579,33 VHN_{0,025}, sedang dan pada suhu elektrolit 30°C, kekerasan tertinggi diperoleh 456,17 VHN_{0,025}, dengan lama waktu pelapisan 13 menit. Sebaliknya pada kondisi pH larutan dikisaran 4–6, pada suhu elektrolit 60°C, dan 45°C, lama waktu pelapisan selama 13 menit, kekerasan plating mengalami penurunan menjadi 644,83 VHN_{0,025}, dan 523,07 VHN_{0,025}.

Penurunan kekerasan lapisan plating tersebut akibat adanya pengaruh kenaikan suhu elektrolit yang menjadikan nilai pH larutan elektrolit melebihi batas maksimal yang diijinkan yaitu 1,5–5,2 sehingga hal ini menjadikan kecepatan gerak ion menuju anoda (*specimen* benda uji) menurun.

Selain itu penurunan kekerasan terjadi akibat adanya kenaikan konduktifitas, difusitas dan kotoran elektrolit yang akan menjadikan tahanan elektrolit mengecil, sehingga potensial yang dibutuhkan untuk mereduksi ion logam berkurang, dan penyebab lain dampak akibat naiknya pH larutan, menyebabkan lepasan ion hidroksil dan oksigen terikat pada anoda nikel, sehingga anoda nikel menjadi pasif, kemampuan anoda melepas ion-ion nikel menurun karena larutan elektrolit kekurangan ion-ion nikel untuk diendapkan pada katoda (benda kerja).

SIMPULAN

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

Terdapat korelasi antara kenaikan tebal lapisan nikel dengan kenaikannya suhu larutan elektrolit dan lama waktu pelapisan dalam proses elektroplating. Pada suhu larutan elektrolit 30°C, 45°C, dan 60°C terlihat kenaikan tebal dan kekerasan lapisan nikel berbanding lurus dengan besar kenaikan suhu larutan dan lama waktu pelapisan. Hal ini akibat dengan semakin bertambahnya lama waktu pelapisan, semakin banyak ion-ion nikel yang menempel pada substrat benda uji. Distribusi ion-ion logam dari anoda menuju katoda semakin banyak, padat, sehingga hal ini akan berpengaruh terhadap ketebalan, kerataan, adhesi tebal lapisan nikel yang dihasilkan, atom-atom logam pada katoda menempati sesuai dengan kisi susunan atom logam dasar atau membentuk paduan dengan logam dasar lewat adhesi atau difusi yang kuat.

Sebaliknya, kenaikan kekerasan akan berbanding terbalik dengan bertambahnya lama waktu pelapisan setelah mencapai titik jenuhnya. Penurunan

kekerasan tersebut terjadi akibat dengan semakin bertambahnya waktu pelapisan dan temperatur larutan elektrolit yang tinggi, hal tersebut akan menyebabkan pH elektrolit naik, larutan elektrolit kotor akibat anoda telah banyak mengalami erosi, dan hidrogen bebas muncul membentuk gelembung gas pada permukaan katoda (benda kerja), sehingga akan mengakibatkan efisiensi pengendapan ion nikel pada katoda berkurang atau menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Vander, George,F.,1984, “*Metallography principles and Practice*”, McGraw-Hill Book Company, United States of America.
- [2] Al Hasa,M.H., 2007, “*Pengaruh Rapat Arus Listrik Dan Waktu Electroplating Terhadap Ketebalan Lapisan Nikel Pada Foil Uranium*”, Urania, Vol. 13 No., 1 Januari 2007.
- [3] Jones, D.A., 1991, “*Principles and prevention of Corrosion*”, Mc Millan Publishing Company, New York, pp 334-375.
- [4] Barbato, S.R., Ponce, J.F., Jara, M.V., Cuevas, J.S, Egana, R.A., 2008, “*Study Of The Effect Of Temperature On The Hardness, Grain Size, And Yield In Electrodeposition Of Chromium On 1045 Steel*”, Journal Of The Chilean Chemical Society, Vol 53, N.1. pp
- [5] Merlo, A.M., 2003, “*The Contribution Of Surface Engineering To The Product Performance In The Automotive Industry*”, Journal surface and Coatings Technology, Elsevier, 174-175, pp 21-26.
- [6] Van Vlack, L., Djaprie, S., 1991, “*Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)*”, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [7] Trethewey, K.R., Chamberlain, J., 1991, “*Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*”, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [8] Poyner, J., 1991, “*Electroplating*”, Argus books Ltd, England.
- [9] Malau,V.,2008, “*Perlakuan Permukaan*”, Diktat Kuliah, Jurusan Teknik Mesin Dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- [10]Schlesinger.,2008,“*Modern Applications of Electrochemical Technology*”,