



**PENGARUH VARIASI WAKTU DAN KONSENTRASI  
LARUTAN TERHADAP KEKERASAN LAPISAN NIKEL  
*ELECTROPLATING* PADA BAJA KARBON RENDAH**

SKRIPSI

Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana  
Pendidikan Program Studi Pendidikan Terknik Mesin

Oleh

Anang Dwi Apriambudi

5201412066

**PENDIDIKAN TEKNIK MESIN  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2019**

## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "PENGARUH VARIASI WAKTU DAN KONSENTRASI LARUTAN TERHADAP KEKERASAN PERMUKAAN NIKEL *ELECTROPLATING* PADA BAJA KARBON RENDAH" telah dipertahakan di depan Sidang panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada 19 Agustus 2019

Oleh

Nama : Anang Dwi Apriambudi

NIM : 5201412066

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Panitia

Ketua



Rusiyanto, S.Pd. M.T.  
NIP. 19740321199031002

Sekretaris



Rusiyanto, S.Pd. M.T.  
NIP. 19740321199031002

Penguji I



Drs. Sunyoto, M.Si.  
NIP.196511051991021001

Penguji II



Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.  
NIP.196601051990021002

Pembimbing



Drs. Masugino, M.Pd.  
NIP.195207212017091256

Mengetahui  
Dean Fakultas Teknik



Dr. Nur Qudus, M.T.,IPM.  
NIP. 196911301994031001

## PERNYATAAN KEASLIAN

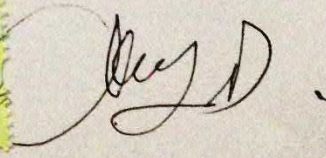
Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor) baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun diperguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri dengan arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketiada benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku diperguruan tinggi ini.

Semarang, 19 Agustus, 2019

Yang membuat pernyataan,



  
Anang Dwi Apriambudi  
NIM.5201412066

## **MOTTO DAN PEREMBAHAN**

### **MOTTO**

1. selalu bersyukur yang telah apa yang diberikan
2. jangan menyerah dan tetap semangat untuk menggapai mimpi. badai pasti belalu
3. kegagalan merupakan kunci kesuksesan yang tertunda, maka carilah kesuksesan tanpa takut akan kegagalan

### **PERSEMBAHAN**

atas ridho Allah SWT

karya ini saya persembahkan untuk:

1. kedua orang tua saya yang selalu memberikan motivasi dan dukungan, serta do'a untuk kesuksesan saya tanpa mengenal lelah
2. semua teman-teman dan sedulur kampus yang telah memberikan semangat tanpa kenal lelah.

## ABSTRAK

Apriambudi, Anang Dwi, 2019. Pengaruh variasi waktu dan konsentrasi larutan terhadap pengaruh kekerasan permukaan nikel *electroplating* pada baja karbon rendah. Skripsi. Jurusan Teknik mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Drs. Masugino, M.Pd.

Penggunaan baja karbon rendah banyak digunakan dalam industri untuk memenuhi kebutuhan pasar yang semakin meningkat. Logam harus kuat, dan tahan lama. Nilai baja karbon rendah yang terkandung dalam baja kurang dari 0,2% sehingga harus ada perlindungan. *Electroplating* adalah salah satu cara untuk melakukan perlindungan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh variasi waktu dan konsentrasi larutan terhadap kekerasan permukaan nikel *electroplating* pada baja karbon rendah.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu untuk mengetahui sebab akibat berdasarkan perlakuan yang diberikan. Penelitian ini meneliti variasi waktu dan konsentrasi larutan pada nikel *electroplating*. Variasi yang digunakan yaitu variasi 5 menit, 50gr/l, variasi 10 menit, 50 g/l, variasi 15 menit, 60 gr/l, variasi 5 menit, 55 gr/l, variasi 10 menit, 55 gr/l, variasi 15 menit, 55gr/l, variasi 5 menit, 60 gr/l, variasi 10 menit, 60 gr/l, variasi 15 menit, 60 gr/l. Setelah dibeikan perlakuan variasi yang sesuai dengan *electroplating* maka Diuji kekerasannya. Analisis data menggunakan statistik deskriptif.

Hasil pengujian kekerasan menghasilkan data kekerasan yang meningkat.. Kekeraan terendah didapat pada proses 50 gr/l 5 menit dengan rata-rata 244.1 VHN dan kekerasan tertinggi pada konsentrasi 60gr/l 15 menit dengan rata-rata 283 VHN.

Kata kunci: Konsentrasi Larutan, Waktu, Kekerasan, *Electroplating*.

## **PRAKATA**

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “pengaruh variasi waktu dan konsentrasi larutan terhadap kekerasan lapisan nikel electroplating pada baja karbon rendah”.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, saran dan kerjasama dari berbagai pihak. Dengan rasa hormat, penulis menyampaikan ucapan terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan kepada:

1. Keluarga tercinta yang selalu memberikan do'a dan dukungannya dalam berbagai hal.
2. Drs. Masugino, M.Pd. selaku dosen pembimbing, yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing selama ini.
3. Rusiyanto, S.Pd., M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang sekaligus Ketua Program didik Pendidikan Teknik Mesin universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kemudahan administrasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Semua dosen Jurusan Teknik Mesin FT. UNNES yang telah member bekal pengetahuan yang berharga.
5. Rekan-rekan seperjuangan, mahasiswa Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2012 dengan seluruh kebersamaan dan semangatnya.

Semoga atas bantuan, arahan, motivasi dan masukan yang telah diberikan menjadi amal ibadah dan mendapat balasan yang lebih baik dari Allah SWT. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Semoga proposal skripsi ini bermanfaat bagi pembaca umumnya dan penulis pada khususnya.

## DAFTAR ISI

PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
MOTTO DAN PEREMBAHAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Perumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian .....	4
F. Manfaat Penelitian .....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASANTEORI .....	6
A.Kajian Pustaka.....	6
B. Kajian Teori.....	9
1. <i>Electroplating</i> .....	9
2. Nikel sebagai logam pelapis .....	11
3. Baja karbon.....	15
4. Baja ST 40 .....	18
5. Kekerasan .....	18
a. Kekerasan Rockwell .....	19
b. Kekerasan Brinell .....	19
c. Kekerasan Vickers .....	20
C. Kerangka Berfikir.....	21
D.Pertanyaan Penelitian .....	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
A. Waktu Dan Tempat Pelaksanaan.....	23

B. Desain Penelitian .....	23
C. Alat Dan Bahan Penelitian.....	24
D. Diagram Alir Penelitian.....	27
E. Parameter Penelitian .....	31
F. Teknik Pengumpulan Data .....	32
G. Kalibrasi Instrumen .....	32
H. Teknik Analisis Data .....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
A. Hasil .....	34
B. Pembahasan .....	35
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>40</b>
A. Simpulan.....	40
B. Saran .....	40
Daftar Pustaka .....	42
Lampiran .....	43



## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1 Operasi plating .....	13
Tabel 2 Klasifikasi baja karbon .....	16
Tabel 3 Hasil uji kekerasan .....	34

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Proses <i>electroplating</i> (Saleh, 2014) .....	10
Gambar 2 Metode pengujian vikers .....	20
Gambar 3 Kerangka berpikir.....	21
Gambar 4 Spesimen .....	23
Gambar 5 Peralatan <i>electroplating</i> .....	24
Gambar 6 Mesin poles .....	24
Gambar 7 Gelas ukur .....	24
Gambar 8 Timbangan.....	25
Gambar 9. Mikro hardnes vikers .....	25
Gambar 10 Diagram alir penelitian.....	28
Gambar 11. Sekema proses pengujian kekerasan dengan mikro hardnes vikers..	30
Gambar 12. hasil pengujian kekerasan.....	36
Gambar 13. Kekerasan permukaan pada waktu 5 menit.....	37
Gambar 14. Kekerasan permukaan pada waktu 10 menit.....	37
Gambar 15. Kekerasan permukaan pada waktu 15 menit.....	38
Gambar 16 Kerasan permukaan semua variasi .....	38

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Dalam perkembangan industri kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi logam tidak bisa terlepas dari kehidupan manusia. Logam harus kuat dan awet dan tahan lama. Baja, termasuk baja karbon rendah banyak digunakan pada berbagai bidang teknik seperti bidang industri, konstruksi, kapal laut bangunan dalam air dan berbagai komponen mesin yang harus memenuhi persyaratan seperti kekuatan, tahan korosi, tahan aus, dan tahan beban kejut dan sebagainya (Malau dan Nelson, 2011:1). Contohnya adalah pembuatan gear, pipa, rangka, dan dalam bentuk profil maupun batangan. Secara umum baja memiliki kelemahan yang tidak tahan terhadap korosi. Nilai kekerasan baja lebih rendah dari pada besi cor karena kadar karbon yang terkandung dalam baja karbon rendah kurang dari 0,2% C. Penggunaan yang berinteraksi secara terus menerus dengan lingkungan menyebabkan logam tersebut sangat rentan terhadap korosi. Logam tersebut mendapatkan pengerjaan akhir atau finishing agar terhindar dari korosi dan juga terlihat menarik perlu adanya proses *electroplating*.

Dari sekian banyak jenis pelapisan logam, salah satunya adalah pelapisan nikel, yang bertujuan untuk memperbaiki sifat permukaan logam agar tahan korosi dan memperindah penampilan permukaan logam agar tahan korosi dan memperindah penampilan.

Proses pelapisan logam ini dilakukan dengan sistem *electroplating* 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. *Electroplating* logam adalah suatu cara perlakuan logam dengan memberikan sifat –sifat tertentu pada permukaan benda dimana benda tersebut akan mengalami perubahan dari fisik maupun ketahanan. Adapun macam-macam pelapisan logam menurut tujuannya antaran lain untuk dekoratif, protektif dan untuk medapatkan sifat khusus pada permukaan. *Electroplating* memiliki beberapa faktor yang dapat mempengaruhi dalam proses, agar hasil yang di inginkan baik dan maksimal yaitu suhu, Ph, tegangan dan waktu pelapisan.

Dalam proses *electroplating* menghasilkan logam dengan ketebalan, kekerasan dan struktur bahan yang berbeda sebelum dan sesudah proses *electroplating*. Ketebalan lapisan *electroplating* dapat mempengaruhi laju korosi atau juga usia dari logam. Kekerasan pada logam dapat pula mempengaruhi usia logam dengan adanya kekerasan yang dapat meperlambat keausan pada gesekan. Pada proses *electroplating* memberikan sifat dan struktur bahan yang berbeda.

Pada proses *electroplating* memerlukan logam pelapis. Pelapisan logam terdiri dari berbagai macam bahan yang melapisi diantaranya pelapisan dekoratif berbahan nikel-krom-tembaga, pelapisan rekayasa berbahan perak-emas, pelapisan alloy tembaga-timah-seng-anodiasi aluminium, pelapisan tumbal berbahan kadmium. Dari pelapisan di atas digunakan pelapisanr nikel. Nikel merupakan logam yang mempunyai sifat keras, warna putih kebiru-biruan, dan

tahan terhadap efek kerusakan. Selain chrom pelapisan nikel mempunyai kelebihan yang sangat tahan karat maka pelapisan nikel mempunyai kelebihan tersendiri bila dibandingkan dengan pelapisan yang lain. Oleh sebab itu maka diperlukan penelitian agar masyarakat menyadari akan metode *electroplating* bermanfaat bagi ketahanan logam baik itu korosi dan penampilan. Pada penelitian ini akan dilakukan dengan seberapa besar pengaruh konsentarsi larutan terhadap kekerasan pada baja karbon rendah.

## **B. Identifikasi Masalah**

Dari latar belakang di atas maka dapat di ketahui masalah-masalah yang muncul sebagai berikut:

1. Baja karbon rendah mempunyai sifat tidak tahan terhadap korosi.
2. Faktor yang mempengaruhi proses *electroplating* konsentrasi larutan, suhu, tegangan, dan waktu.
3. Kekerasan pada suatu logam dapat mempengaruhi usia logam.

## **C. Batasan Masalah**

Dari rumusan masalah dapat dibatasi dengan sebagai berikut:

1. Material baja karbon rendah
2. Konsentrasi larutanyang digunakan  $\text{NiSO}_4$  50, 55, dan 60 gr/l
3. Waktu yang digunakan 5, 10, dan 15 menit
4. Arus yang dingunakan  $3\text{A}/\text{dm}^2$
5. Tegangan yang digunakan adalah 12 volt
6. Jarak katoda anoda 10 cm

7. Temperatur yang digunakan pada proses *electroplating* adalah 40 °C
8. Pengukuran kekerasan menggunakan digital mikro vikors hardness tester th  
712.

#### **D. Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian dari latar belakang masalah diatas maka permasalahan yang dapat diteliti dalam penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut

1. Apakah Pengaruh variasi waktu terhadap kekerasan pelapisan nikel *electroplating* baja karbon rendah?
2. Apakah pengaruh konsentrasi larutan terhadap kekerasan pelapisan nikel *electroplating* pada baja karbon rendah?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan perumusan masalah yang ada maka penelitian ini memiliki beberapa tujuan yang diantaranya sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh waktu terhadap kekerasan pelapisan nikel *electroplating* pada baja karbon rendah
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi larutan terhadap kekerasan pelapisan nikel *electroplating* pada baja karbon rendah.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Menambah ilmu pengetahuan pada bidang *electroplating* pada jurusan Teknik Mesin UNNES.
2. Dapat mengetahui pengaruh lapisan nikel pada baja karbon rendah tentang kekerasan lapisan pada penelitian ini.
3. Dapat menjadi panduan dalam pengembangan proses nikel *electroplating*.
4. Dapat dijadikan referensi dalam bidang industri *electroplating*.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASANTEORI**

#### **A.Kajian Pustaka**

Pada penelitian tentang perlakuan permukaan disebut juga *surface treatment*. penelitian ini secara umum digunakan untuk meningkatkan kualitas, melindungi, atau memperbaiki suatu sifat logam dai logam yang mempunyai kualitas logam yang rendah atau kualitas sedang menjadi logam dengan kualitas baik dari pada logam dasar.

Penelitan yang dilakukan Ibrahim Mierza Malik (2017) dengan judul ”*Pengaruh waktu proses electroplating Tembaga-Nikel-Kromium terhadap kekerasan dan struktur mikro pada material baja AISI 304*. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen yaitu untuk mengetahui sebab akibat berdasarkan perlakuan yang diberikan pada saat penelitian. Penelitian menggunakan *material AISI 304* dengan dimensi 45 mm dan 5 mm. Parameter yang digunakan adalah variasi waktu pelapisan Krom 10, 30, 60, dan 70 menit. Arus yang digunakan adalah 50 A dan tegangan 12 Volt. Analisa perhitungan kekerasan menggunakan alat *Microhardness Tester FM-800*.

Penelitain yang dilakukan oleh Anang Prayoga (2016) dengan judul Pengaruh variasi konsentrasi larutan kromium (Cr) dan waktu pada proses *elektroplating* terhadap ketebalan lapisan dan kekerasan permukaan baja karbon rendah “Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, yaitu



bertujuan untuk mengetahui sebab akibat berdasarkan perlakuan yang diberikan pada saat penelitian. Pada penelitian ini, perlakuan yang diberikan yaitu variasi konsentrasi larutan dan waktu pada proses *electroplating* kromium. Variasi yang digunakan yaitu variasi 1 240 gr/lt 5 menit, variasi 2 240 gr/lt 10 menit, variasi 3 240 gr/lt 15 menit, variasi 4 250 gr/lt 5 menit, variasi 5 250 gr/lt 10 menit, variasi 6 250 gr/lt 15 menit, variasi 7 260 gr/lt 5 menit, variasi 8 260 gr/lt 10 menit, dan variasi 9 260 gr/lt 15 menit. Setelah diberi perlakuan sesuai variasi pada proses *electroplating*, selanjutnya dilakukan uji ketebalan lapisan dan kekerasan permukaan pada masing-masing spesimen. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah statistic deskriptif.

Penelitian yang dilakukan Metik Mulupi dan Agustinus Ngatin (2010) dengan judul pengaruh konsentrasi nikel dan klorida terhadap proses *electroplating* nikel” menghasilkan Berdasarkan variabel yang dipelajari pada proses nikel *electroplating* dapat disimpulkan bahwa rapat arus dan konsentrasi nikel mempengaruhi proses *electroplating* nikel. Pada konsentrasi nikel 110 g/l dan 125,5 g/l dengan rapat arus 3 A/dm<sup>2</sup> sampai dengan 15 A/dm<sup>2</sup> dihasilkan laju pelapisan nikel semakin meningkat dengan efisiensi proses tertinggi pada rapat arus 6A/dm<sup>2</sup> dengan efisiensi 99% . untuk rapat 6A/dm<sup>2</sup> dan 9A/dm<sup>2</sup> dengan variasi konsentrasi nikel dalam larutan 72,5g/l sd 145 g/l dihasilkan laju pelapisan nikel mencapai maksimal pada konsentrasi nikel 127,5g/l dengan laju pelapisan 33,6g/m untuk rapat arus 9A/dm<sup>2</sup> dan 21,8 g/m untuk rapat arus 6A/dm<sup>2</sup>. Efisiensi proses pelapisan nikel pada arus 6A/dm<sup>2</sup> lebih tinggi daripada menggunakan 9A/dm<sup>2</sup> dan

efisiensi proses mencapai 99% untuk kedua rapat arus pada konsentrasi nikel 127,5g/l.

Sugiyarta A.P Bayuseno, Sri Nugroho, (2012) melakukan penelitian pengaruh konsentrasi larutan dan kuat arus terhadap ketebalan pada proses pelapisan nikel baja karbon rendah. Penelitian ini untuk mengetahui variasi arus listrik 50, 55, dan 60A dengan konsentrasi larutan divariasikan menjadi 3 yaitu konsentrasi 1 (NiSO<sub>4</sub> 300gr, NiCl<sub>2</sub> 40gr, H<sub>3</sub>B<sub>3</sub> 40gr, H<sub>2</sub>O 1000 ml) konsentrasi 2 (NiSO<sub>4</sub> 325gr, NiCl<sub>2</sub> 45gr, H<sub>3</sub>B<sub>3</sub> 40gr, H<sub>2</sub>O 1000 ml) konsentrasi 3 (NiSO<sub>4</sub> 350gr, NiCl<sub>2</sub> 50gr, H<sub>3</sub>B<sub>3</sub> 40gr, H<sub>2</sub>O 1000 ml) diperoleh hasil penelitian pada konsentrasi 2 dan 3 memperoleh hasil yang makin tebal sedangkan konsentrasi 1 memiliki ketebalan minimum.

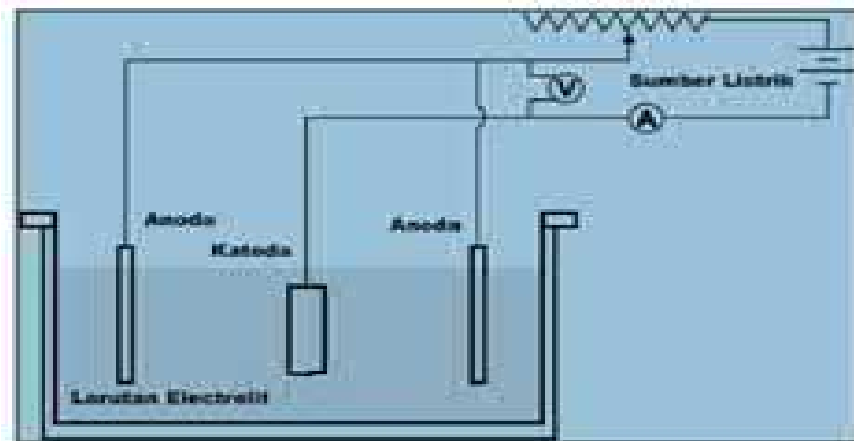
Reny Afriany, Kusmono, dan R. Soekrisno, (2010) melakukan penelitian Pengaruh konsentrasi larutan dan waktu pelapisan nikel pada aluminium terhadap kekerasan. Aluminium dilapisi nikel dengan proses *electroplating* pada temperatur 30°C, kuat arus 0.4 A dengan variasi waktu pelapisan 10, 15 dan 20 menit dalam Larutan I ( 200 g/L nikel sulfat, 175 g/L nikel khloride, 40 g/L boric acid ) dan Larutan II ( 330 g/L nikel sulfat, 45 g/L nikel khloride, 38 g/L boric acid ). Setelah dilapisi, dilakukan pengujian kekerasan permukaan dengan menggunakan indentasi mikro Vickers dengan pembebanan 10 gram. Pelapisan nikel pada aluminium telah menyebabkan kenaikan kekerasan yang sangat signifikan, yakni pada Larutan I kenaikan tertinggi mencapai 730% ( 33 ke 241VHN0.01 ) dan pada Larutan II mencapai 766% ( 33 ke 253VHN0.01 ). Nilai kekerasan lapisan nikel pada Larutan II lebih besar dibanding Larutan I. Nilai

kekerasan tertinggi pada Larutan I dan Larutan II ini diperoleh pada waktu pelapisan selama 15 menit. Pada waktu pelapisan 10 dan 15 menit terjadi peningkatan kekerasan permukaan, namun terjadi penurunan kekerasan permukaan untuk waktu pelapisan 20 menit.

## **B. Kajian Teori**

### **1. *Electroplating***

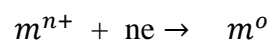
*Electroplating* diidentifikasi sebagai perpindahan ion logam dengan bantuan arus listrik melalui elektrolit, sehingga ion logam mengendap pada benda padat konduktif membentuk lapisan. Pengendapan terjadi pada benda kerja yang mengendap disebut juga deposit. Proses selanjutnya digunakan istilah plating atau pelapisan logam yang di maksud adalah *electroplating*. proses *electroplating* melindungi logam dasar dan menambah ketahanan aus logam dengan menggunakan logam-logam tertentu sebagai pelapisan dan pelindungan, misalnya nikel, chrom, tembaga dan lainnya. untuk lebih jelasnya kita lihat proses kerja lapis listrik atau *electroplating* pada gambar 1.



Gambar 1. Proses *electroplating* (Saleh, 2014)

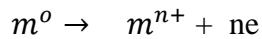
Sumber arus listrik searah dihubungkan dengan dua buah elektroda yaitu elektroda yang dihubungkan dengan kutub negatif (katoda) dan elektroda positif (anoda). Benda yang bersifat konduktif atau menghantarkan arus listrik dan berfungsi sebagai katoda (Supriadi 2010:1).

Proses pelapisan pada benda kerja dilakukan pada suatu elektrolit yang mengandung senyawa logam. Untuk meningkatkan hantaran arus dapat ditambahkan asam atau basa. Ion logam ( $m^{n+}$ ) dalam elektrolit yang bermuatan positif menuju benda kerja sebagai katoda yang bermuatan negatif sehingga ion logam ( $m^{n+}$ ) akan tereduksi menjadi logam M dan mengendap di katoda membentuk lapisan logam (deposit) menurut reaksi:



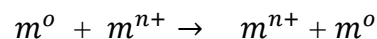
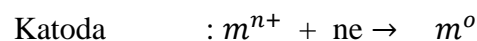
Ion logam dalam elektrolit yang telah tereduksi dan menempel di katoda posisinya akan diganti oleh anoda logam yang teroksidasi dan larut dalam elektrolit atau dari penambahan larutan senyawa logam.

Pada anoda terjadi oksidasi menurut reaksi:



Apabila proses *electroplating* berjalan seimbang maka konsentrasi elektrolit akan tetap, anoda makin lama berkurang dan terjadi pengendapan logam yang melapisi katoda sebagai benda kerja.

Reaksi oksidasi-reduksi secara keseluruhan dapat ditulis sebagai berikut:



Apabila plating menggunakan anoda inaktif maka logam yang menempel pada katoda hanya berasal dari larutan, sehingga konsentrasi larutan makin berkurang dan diperlukan kontrol yang ketat terhadap konsentrasi *elektroplating* untuk menjaga efisiensi proses dan kualitas lapisan.

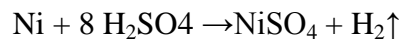
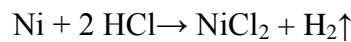
## 2. Nikel sebagai logam pelapis

Nikel merupakan logam pelapis yang digunakan secara luas dalam industri plating, baik untuk aplikasi dekoratif maupun protektif. Pada saat ini pelapisan nikel pada besi banyak sekali dilaksanakan baik untuk tujuan pencegahan karat ataupun untuk menambah keindahan. Dengan hasil lapisannya yang mengkilap maka dari segi ini nikel adalah paling banyak diinginkan untuk melapisi permukaan. Sifat-sifat lain dari nikel. Nikel mempunyai berat jenis sedang dalam

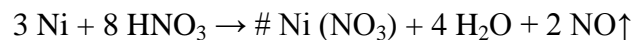
deretan logam berst dengan titik leleh dan titik didih agak tinggi, yaitu berat jenis 8,9 gr/cm<sup>3</sup>, titik leleh 1.455 °c dan titik didih 2900 °c logam bersifat keras, dapat ditempa dan dapat dibengkokkan. Lapisan nikel yang dihasilkan mempunyai kekerasan 150 VHN

Sifat kimia nikel:

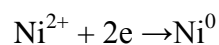
Dengan HCl dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> encer bereaksi sangat lambat dan membebaskan gas H<sub>2</sub> menurut persamaan reaksi:



Dengan asam nitrat reaksinya berlangsung lebih cepat dengan membebaskan gas NO yang bersifat racun:



Dalam proses *electroplating* nikel terjadi reaksi pada katoda, yaitu proses reduksi dari ion nikel dengan bantuan elektron-elektron yang berasal dari sumber arus searah. (Mulyaningsih, dkk, 2012). reaksi reduksi yang terjadi pada katoda sebagai berikut:



Reaksi kesetimbangan elektrokimia dalam bentuk sederhananya pada anoda adalah:



Ion-ion nikel yang ditangkap pada katoda digantikan oleh ion-ion nikel yang terbentuk pada anoda, maka proses pelapisan nikel dapat dijalankan untuk jangka

waktu yang lama tanpa harus menambahkan lautan yang mengandung logam nikel .

Tabel 1. Operasi plating

komponen	kondisi operasi
nikel sulfat, NiSO <sub>4</sub> .6H <sub>2</sub> O	240-300gr/l
Nikel klorida, NiCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	45gr/l
Asam boat, H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	25-65
pH	1.5-4.5
Kerapatan arus	1-6A/dm <sup>2</sup>
Agitas	udara/mekanis

#### 1. Faktor yang berpengaruh pada pelapisan nikel

Kualitas hasil *electroplating* maupun efisiensi arus sangat dipengaruhi oleh variabel proses sebagai berikut :

##### a) Konsentrasi elektrolit

Larutan elektrolit terdiri dari komponen utama berupa senyawa logam dalam bentuk garam terlarut dan asam atau basa. senyawa logam merupakan sumber logam yang menempel pada benda kerja . larutan asam atau basa dalam elektrolit berfungsi untuk meningkatkan konduktivitas atau daya hantar listrik.

Zat-zat yang digunakan sebagai elektrolit dilarutkan ke dalam air dan akan terurai menjadi ion-ion (terionisasi) sehingga larutan ini dapat menghantarkan arus listrik. Ion listrik positif akan tertarik menuju elektroda negatif (katoda), sedangkan ion negatif akan menuju elektroda positif (anoda). Elektrolit kuat akan

terionisasi seluruhnya atau sebagian besar menjadi ion-ion, sedangkan elektrolit lemah hanya sebagian terionisasi menjadi ion di dalam larutan. (Manurung, 2010)

Konsentrasi selama proses elektrolit selama proses plating berlangsung akan mengalami perubahan terutama karena adanya penguapan dan perpindahan ion logam dari larutan yang mengendap di katoda. Pada umumnya kelebihan kadar logam akan menyebabkan menurunnya kekilapan dan kerataan lapisan, dan juga mengakibatkan terjadinya pemborosan bahan. Apabila kadar logam rendah terjadi penurunan konduktivitas sehingga proses plating menjadi lambat. Oleh karena itu konsentrasi elektrolit perlu dijaga konstan dengan melakukan analisis larutan secara teratur. (Purwanto, 2005:13)

b) Rapat arus

Semakin besar rapat arus maka laju plating makin cepat dan waktu yang diperlukan untuk memperoleh endapan dengan ketebalan tertentu akan makin singkat. Pada prakteknya benda yang dilakukan plating berjumlah banyak atau luasan benda besar maka diperlukan arus yang besar dan kemudian diturunkan bila jumlah benda sedikit atau luasan benda kecil. Rapat arus yang terlalu tinggi menyebabkan terjadinya panas sehingga benda kerja yang



diplating dapat terbakar dengan ditandai warna yang menghitam(Purwanto. 2005 : 14).

c) Tegangan

Tegangan yang diperlukan untuk proses electroplating tergantung dari jenis, komposisi dan kondisi elektrolit. Rapat arus dapat dinaikkan dengan menaikkan tegangan, akan tetapi hal ini dapat menyebabkan terjadinya polarisasi dan tercapainya tegangan batas. Pada keadaan tegangan batas, tidak terjadi aliran arus melalui elektrolit, dan bila tegangan di naikkan akan terjadi elektrolisis air yang menghasilkan gas hidrogen dan oksigen(Purwanto, 2005:14).

d) Temperatur

Temperatur berpengaruh terhadap konduktifitas. Temperatur semakin tinggi menyebabkan konduktifitas larutan makin besar sehingga mempercepat hantaran arus listrik. Pada temperatur tinggi dapat diperoleh rapat arus yang besar dan juga mempertinggi tegangan batas polarisasi. Namun demikian setiap jenis plating mempunyai rentang temperatur operasi optimum yang berkaitan dengan sifat endapan logam pada benda kerja maupun sifat dari aditif. Temperatur yang terlalu tinggi dapat menyebabkan endapan terbakar dan terjadi kerusakan aditif(Purwanto, 2005:14).

### **3. Baja karbon**

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Si, Mn, P, S, dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon, karena itu

baja ini dikelompokkan berdasarkan kadar karbonnya. Baja karbon rendah adalah baja dengan kadar karbon kurang dari 0,30%, baja karbon sedang mengandung 0,30% sampai 0,45% karbon dan baja karbon tinggi berisi karbon antara 0,45% sampai 1,75% (Wiryosumarto, H., 2000:89-90). Bila kadar karbon naik, maka kekuatan dan kekerasannya juga bertambah tinggi tetapi perpanjangannya menurun.

Tabel 2. Klasifikasi baja karbon  
(Wiryosumarto, H., 2000 : 89-90)

Jenis dan kelas		Kadar karbon rendah (%)	Kekuatan luluh	Kekuatan Tarik	Perpanjangan	Kekerasan brinell	penggunaan
			(Kg/mm <sup>2</sup> )	(Kg/m <sup>2</sup> )	(%)		
Baja karbon rendah	Baja lunak khusus	0,08	18-28	32-36	40-30	95-100	Pelat tipis
	Baja sangat lunak						
		0,08-0,12	20-29	36-42	40-30	80-120	Batang, kawat
	Baja setengah lunak						Konstruksi umum
		0,12-0,20	22-30	38-48	38-48	100-130	
	Baja setengah keras						
Baja karbon sedang	Baja keras						
	Baja sangat keras	0,20-0,30	24-36	44-55	44-55	112-145	Alat-alat mesin
Baja karbon tinggi		0,30-0,40	30-40	50-60	50-60	140-170	Perkakas
							Rel, pegas, dan kawat piano
		0,40-0,50	34-46	58-70	58-70	160-200	
		0,50-0,80	36-47	65-100	65-100	180-235	

Bahan yang sering digunakan dalam proses electroplating adalah baja karbon rendah. Selain mempunyai sifat yang mudah di tempa dan di mesin baja karbon rendah juga banyak di manfaatkan dalam industry pengolahan bahan. Beberapa tipe baja karbon rendah yang sering digunakan dalam proses electroplating diantaranya baja ST 40, baja ST 37, AISI 1023, dll.

#### **4. Baja ST 40**

Baja yang penulisannya diawali dengan ST, maka bilangan yang mengikutinya menunjukkan kekuatan tarik minimum (dalam  $\text{kg/mm}^2$ ) yang dimiliki baja tersebut. Jadi, baja tipe ST 40 menunjukkan bahwa baja ini mempunyai kekuatan tarik  $40 \text{ kg/mm}^2$ . Baja ST merupakan baja karbon rendah, karena mempunyai kandungan karbon kurang dari 0,3% dan lebih dari 99% besi (Andinata, 2012). Menunjukkan kandungan unsur pembentuk baja ST 40. Baja karbon rendah ini mudah teroksidasi, memiliki kekuatan relative rendah, keuletan yang baik, dan banyak diaplikasikan untuk tabung, pipa, dan komponen mesin berkekuatan rendah.

#### **5. Kekerasan**

Kekerasan adalah sifat bahan berupa ketahanan bahan terhadap identitas atau deformasi plastis yang pengukurannya dapat dilakukan secara mikro maupun makro. Pengujian kekerasan dengan cara penekanan banyak digunakan oleh industri permesinan. Dikarenakan prosesnya lebih mudah dan cepat dalam memperoleh angka oleh logam tersebut dibandingkan dengan metode lainnya.

Pengujian dengan cara penekanan terdiri dari tiga jenis yaitu pengujian dengan metode Rockwel, Brinell, dan Vickers. Ketiga metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, serta perbedaan dalam menentukan angka kekerasannya.

#### **a. Kekerasan Rockwell**

kekerasan Rockwell adalah harga yang di dapat dari pengukuran didalamnya penekanan, ditunjukkan oleh indikator jarum yang terpasang pada alat tersebut. Adapun kelebihan dan kekurangan menggunakan metode kekerasan Rockwell. Kelebihannya adalah dapat digunakan untuk bahan yang sangat keras, dapat dipakai untuk batu gerinda sampai plastik dan cocok untuk material yang keras dan lunak. Kelemahannya adalah tingkat ketelitiannya rendah, tidak stabil apabila terkena guncangan dan penekanan bebannya tidak praktis.

#### **b. Kekerasan Brinell**

cara pengukuran Brinell menggunakan bola baja keras dengan diameter D mm, ditekan ke permukaan bagian yang diukur dengan P kgf. Kekerasan Brinell adalah P di bagi luas bidang ( $\text{mm}^2$ ) penekanan yang merupakan deformasi tetap sebagai akibat penekanan. Rumus yang dipakai untuk menentukan kekerasan logam diuji :

$$BHN = \frac{2P}{\pi D [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$$

Keterangan :

P= beban yang diberikan(KP atau kgf)

D= diameter identor yang digunakan

D= diameter bekas lukukan

### c. Kekerasan Vickers

pada penelitian ini pengujian kekerasan menggunakan metode Vickers. Uji kekerasan Vickers menggunakan penumbuk piramida intan yang dasarnya berbentuk belah ketupat. Besarnya sudut antara permukaan-permukaan pyramid yang saling berhubungan adalah  $136^{\circ}$ . Metode pengujian Vickers dapat dilihat pada gambar pengujian kekerasan (Sutrisno, 2013)

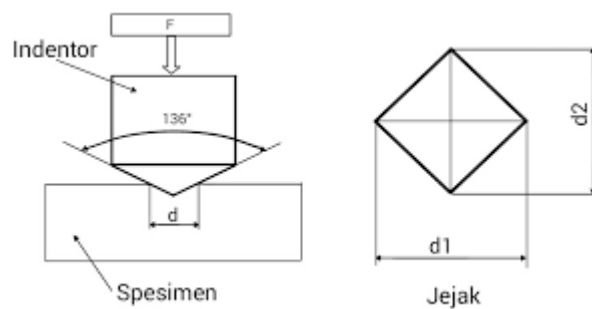
$$VHN = \frac{2 P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{L^2} = \frac{1,854 P}{L^2}$$

Keterangan :

P = Beban yang digunakan (kg)

L = Panjang diagonal rata-rata (mm)

$\theta$  = Sudut antara permukaan intan yang berlawanan =  $136^{\circ}$

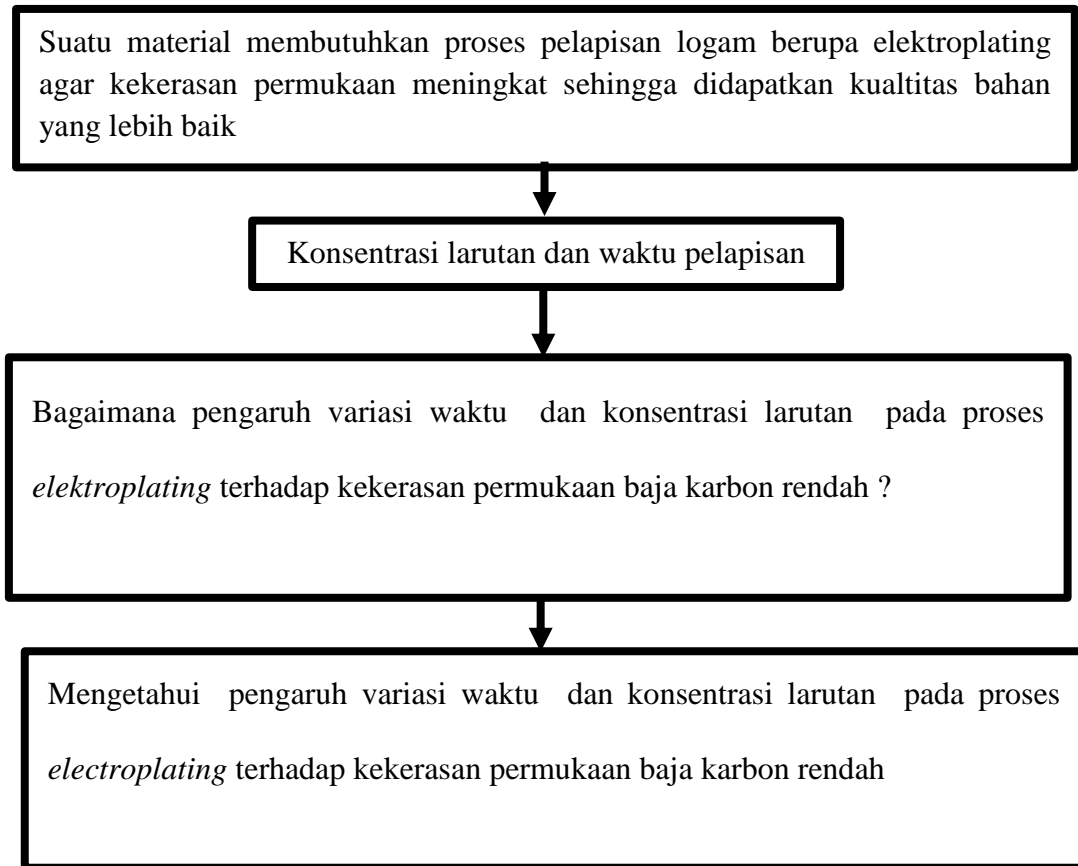


Gambar 2 Metode pengujian vickers

penelitian ini menggunakan pengujian Vickers ASTM E 384-99 dengan variasi indenter 1-1000 g (ASTM, 2013). Pengujian Vickers dapat dilakukan tidak hanya pada benda yang lunak, akan tetapi juga dapat dilakukan pada bahan yang keras. Bekas penekanan yang kecil pada pengujian Vickers mengakibatkan kerusakan bahan percobaan relatif sedikit. Pada benda kerja yang tipis dapat diukur dengan gaya yang relatif kecil.

### **C. Kerangka Berfikir**

Berdasarkan studi di atas, maka ada beberapa variabel yang berkaitan yaitu yaitu pengaruh variasi waktu dan konsentrasi larutan sebagai variabel independen dan perubahan kekerasan sebagai dependen. Perubahan sifat keras pada proses nikel electroplating dengan material baja karbon rendah dipengaruhi beberapa faktor yaitu temperatur, rapat arus, dan konsentrasi larutan. Dalam penelitian ini faktor yang menjadi fokus adalah variasi waktu dan konsentrasi larutan karena yang dilihat perubahan dari kekerasan dari logam yang mendapat pelapisan. sistematis kerangka berfikir dapat ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 3 Kerangka berpikir

#### **D.Pertanyaan Penelitian**

1. Apakah waktu mempengaruhi tingkat kekerasan?
2. Apakah konsentrasi larutan berpengaruh pada kekerasan?



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Simpulan**

Berdasarkan praktik yang dilakukan dengan variasi konsentrasi larutan dan waktu pelapisan pada proses *electroplating* terhadap kekerasan permukaan pada bahan baja karbon rendah dapat diambil simpulan sebagai berikut :

1. Variasi konsentrasi larutan dalam proses *electroplating* berpengaruh terhadap kekerasan permukaan .semakin meningkatnya konsentrasi larutan maka nilai kekerasan permukaan akan meningkat
2. Variasi waktu pada proses *electroplating* berpengaruh terhadap kekerasan permukaan .semakin lama waktu yang digunakan proses *electroplating* nilai kekerasan semakin meningkat. Ini dikarenakan semakin lama waktu pelapisan maka akan semakin banyak deposit yang menempel pada permukaan material.

#### **B. Saran**

1. Pada penelitian *electroplating* selanjutnya gunakan waktu pelapisan yang lebih lama lagi guna mengetahui kekerasan permukaan proses pelapisan *electroplating*.
2. Pada penelitian *electroplating* selanjutnya sebaiknya diperhatikan perlakuan *pre treatment* sebelum pelapisan agar didapatkan hasil yang lebih maksimal.

3. Pada penelitian *electroplating* selanjutnya lebih baik bila dilakukan penambahan pengujian terhadap lapisan tersebut, misalnya dengan ditambahkan pengujian korosi, pengujian massa, uji keausan, struktur mikro ataupun pengujian kekasaran permukaan.
4. Untuk industri *chrom* peningkatan dalam kualitas dan kuantitas dari proses harus ditingkatkan agar dapat memberikan manfaat bagi yang membutuhkannya.

### Daftar Pustaka

- ASTM. *Vickers and knop hardness tests using a diamond indenter on the universal material tester mod CETR-UMT2, CETR-UMT3, or CETR-APEX per ASTM E92-82 9re-approved 2003)and ASTM E384-99*
- Andinata, Febryan, dkk.2012. *Pengaruh pH larutan elektrolit terhadap tebal lapisan electroplating nikel pada baja ST 37*. Jurnal penelitian fisika dan aplikasinya. Vol2 no 2
- Afriany, Reny dan Soekrisno, R. 2012.*Pengaruh konsentrasi lautan dan waktu pelapisan nikelpada aluminium terhadap kekerasan*. Prosiding seminar nasional aplikasi sains dan teknologi periode III
- Hulupi , Metik dan Ngatin, Agustinus. *Pengaruh konsentrasi nikel dan klorida terhadap proses electroplating*. *Jurnal of refrition, air conditioner and energy*
- Purwanto, dan Syamsul, Huda.2005. *Teknologi Industri Electroplating*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Saleh, Azhar. 2014. *Electroplating Teknik pelapisan logam dengan Cara Listrik*. Bandung : Yrama Widya
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif*. Bandung :Alfabeta
- Sugiyarta, dkk. *Pengaruh konsentrasi larutan dan kuat arus terhadap ketebalan pada proses pelapisan nikel untuk baja karbon rendah*.
- Sutrisno. 2013. *Pengaruh variasi waktu baja karbon rndah terhadap stuktur mikro, nilai kekerasan, laju korosi dan nilai keausan spesifik*. Piliteknosains vol.XII no. 2
- Malau, Viktor dan Selema, Luppa, Nelson. 2011.*pengaruh variasi wakru dan konsentrasi larutan NaCl terhadap kekerasan dan laju korosi dari lapisan nikel electroplating pada permukaan baja karbon sedang*. Prosiding seminar nasional sains dan tenologi ke-2.D147-D151
- Malik, Mierza. 2017.*Pengaruh waktu proses electroplating Tembaga-Nikel-Kromium terhadap kekerasan dan struktur mikro pada material baja AISI 304*
- Manurung, Charles. *Pengaruh kuat arus terhadap laju korosi (Mpy) hasil electroplating baja karbon rendah dengan pelapis nikel*.
- Wirjosumarto, Harsono, dan Okumura, 2000. *Teknologi pengelasan*. Jakarta: PT Perja