



**PENGARUH SUHU DAN RAPAT ARUS PELAPISAN TERHADAP
LAJU KOROSI PADA HASIL ELEKTROPLATING *NICKEL*
WATTS BAJA KARBON RENDAH MENGGUNAKAN
MEDIUM NaCl**

Skripsi

**diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin**

Oleh

Zamzuri

NIM. 5201414071

**PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2018**



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**PENGARUH SUHU DAN RAPAT ARUS PELAPISAN TERHADAP
LAJU KOROSI PADA HASIL ELEKTROPLATING *NICKEL*
WATTS BAJA KARBON RENDAH MENGGUNAKAN
MEDIUM NaCl**

**PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2018**

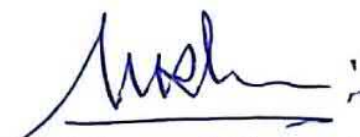
PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Zamzuri
NIM : 5201414071
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1
Judul : Pengaruh Suhu Dan Rapat Arus Pelapisan Terhadap Laju Korosi
Pada Hasil Elektroplating Nickel Watts Baja Karbon Rendah
Menggunakan Medium NaCl

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 22 November 2018

Pembimbing



Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd

NIP. 196209131991021001

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul Pengaruh Suhu Dan Rapat Arus Pelapisan Terhadap Laju Korosi Pada Hasil Elektroplating *Nickel Watts* Baja Karbon Rendah Menggunakan Medium NaCl telah dipertahankan didepan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal 18 bulan Desember tahun 2018

Oleh

Nama : Zamzuri
Nim : 5201414071
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin S1

Panitia :

Ketua



Rusiyanto, S.Pd., M.T.

NIP.197403211999031002

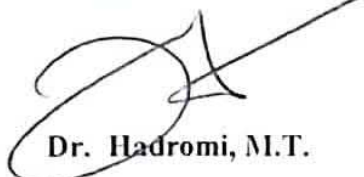
Sekretaris



Rusiyanto, S.Pd., M.T.

NIP.197403211999031002

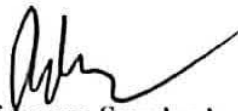
Penguji 1



Dr. Hadromi, M.T.

NIP. 196908071994031004

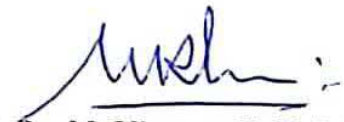
Penguji 2



Dr. Wirawan Sumbodo, M.T.

NIP. 196601051990021002

Pembimbing



Dr. M. Khumaedi, M.Pd.

NIP. 196209131991021001

Mengetahui:



Nur Qudus, M.T.

NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak 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 di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran 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 di perguruan tinggi ini.

Semarang, 22 November 2018

Yang membuat pernyataan,



Zamzuri

NIM. 5201414071

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Kerjakan hari ini” maka pekerjaanmu akan segera selesai.

“Kerjakan besok” maka tak akan tahu kapan selesainya.

Kupersembahkan untuk Ayah, Ibu dan Adik-Adik Tercinta.

(Semoga dengan selesainya kuliah ini dapat bermanfaat, mengangkat harkat dan martabat keluarga di masyarakat)

SARI ATAU RINGKASAN

Zamzuri, 2018, **Pengaruh Suhu Dan Rapat Arus Pelapisan Terhadap Laju Korosi Pada Hasil Elektroplating Nickel Watts Baja Karbon Rendah Menggunakan Medium NaCl**, Dr. M. Khumaedi, M.Pd., Pendidikan Teknik Mesin S1.

Baja karbon rendah memiliki kelebihan ulet, mudah dibentuk, dan harga yang murah, akan tetapi mudah mengalami korosi. Diperlukan pelapisan logam untuk mengurangi tingkat laju korosi. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa apakah suhu elektrolit dan rapat arus dapat mempengaruhi kekuatan hasil pelapisan dalam melindungi substrat dari korosi.

Menggunakan metode penelitian *Eksperiment Factorial Design*. Elektroplating nikel merupakan cara efektif untuk menghambat laju korosi pada logam karena sifat nikel yang tahan korosi. Prosedur penelitian dilakukan dengan memvariasi suhu 44⁰C, 55⁰C, 66⁰C dan rapat arus 5A, 7A, 9A, 11A per dm². Menggunakan data lost weight, analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis statistik deskriptif dan *Two Way Anova* dengan interaksi menggunakan program SPSS'16.

Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi suhu elektrolit dan rapat arus maka hasil elektroplating semakin baik. Hasil analisis menunjukkan laju korosi tertinggi pada kontrol yaitu 13,57x10⁻² mmpy dan terendah pada variasi suhu 66⁰C rapat arus 11A yaitu 3,51x10⁻² mmpy. Hasil uji *Two Way Anova* menunjukkan Dengan taraf signifikansi 0,05 pengaruh suhu dan rapat arus signifikan yaitu 0,009 dan 0,003. Tidak ada interaksi antara suhu dengan rapat arus pada proses elektroplating. Pada uji LSD menunjukkan hasil yang signifikan kecuali pada kombinasi suhu 55⁰C dan 66⁰C sebesar 0.603.

kata kunci: laju korosi, elektroplating, suhu, rapatarus

SUMMARY

Zamzuri, 2018, **Effect of Temperature and current density For Corrosion Rate in Electroplating Nickel Watt With Low Carbon Steel Using Medium of NaCl**, Dr. M. Khumaedi, M.Pd., Pendidikan Teknik Mesin S1.

Low carbon steel has the advantage of being resilient, easy to form, and cheaper, but is easy to corrosion. Metal coating is needed to reduce the rate of corrosion. The purpose of this study is to analyze whether the electrolyte temperature and current density can affect the strength of the coating results in protecting the substrate from corrosion.

Using the Experiment Factorial Design research method. Nickel electroplating is an effective way to inhibit corrosion rates in metals due to its corrosion-resistant of nickel properties. The research procedure was carried out by varying the temperature of 44⁰C, 55⁰C, 66⁰C and current densities of 5A, 7A, 9A, 11A per dm². Using lost weight data, the data analysis used in this study is descriptive statistical analysis and Two Way Anova with interactions using the SPSS '16 program.

The results showed that the higher of electrolyte temperature and current density, the results of electroplating are getting better. The results of the analysis show the highest corrosion rate in the control, which is 13.57×10^{-2} mmpy and the lowest at a temperature variation of 66⁰C current density 11A which is 3.51×10^{-2} mmpy. The results of the Two Way Anova test show that with a significance level of 0.05 the influence of temperature and current density is significant in 0.009 and 0.003. There is no interaction between temperature and current density in the electroplating process. The LSD test showed significant results except for a combination of temperatures of 55⁰C and 66⁰C of 0.603.

keywords: *corrosion rate, electroplating, temperature, current density*

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **Pengaruh Suhu Dan Rapat Arus Pelapisan Terhadap Laju Korosi Pada Hasil Elektroplating Nickel Watts Baja Karbon Rendah Menggunakan Medium Nacl**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S1 Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam tak lupa penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan syafaat-Nya di hari kiamat nanti, Amin.

Penyelesaian karya tulis ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rohman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Rusiyanto, S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin, Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Muhammad Khumaedi, M.Pd, sebagai dosen pembimbing yang berkenan membantu dan memberikan waktu bimbingan dalam penyusunan proposal skripsi ini.
5. Kedua orang tua, Bapak Wagiyo dan Ibu Rumini, adik-adik saya Nur Tachamim dan Mukti Muhammad Tsalis.

6. Rekan-rekan Pendidikan Teknik Mesin S1 angkatan 2014 Universitas Negeri Semarang.
7. Keluarga besar Pondok Pesantren Miftahu Rohmatillah Gunung Pati Semarang,
8. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak luput dari ketidak sempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya penulis umumnya pembaca.

Semarang, 22 November 2018

Penulis



Zamzuri

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR BERLOGO	ii
JUDUL DALAM	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	vi
MOTTO	vii
SARI ATAU RINGKASAN	viii
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	6
1.3 Pembatasan Masalah	7
1.4 Rumusan Masalah	7
1.5 Tujuan	8
1.6 Manfaat	8
BAB II. KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1 Kajian Penelitian	10

2.1.1 Ektroplating	10
2.1.2 Peralatan dan Bahan Elektroplating	12
2.1.3 Baja Karbon Rendah	16
2.1.4 Pengujian komposisi	17
2.1.5 Nikel	18
2.1.6 Suhu dan Rapat Arus Proses Pelapisan Nikel	19
2.1.7 Proses Pelapisan Nikel	21
2.1.8 Korosi	25
2.1.9 Pengujian Laju Korosi	27
2.2 Kajian Pustaka.....	28
2.3 Kerangka Pikir	35
2.4 Hipotesis	37

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	38
3.2 Desain Penelitian	38
3.2.1 Tabel Data Spesimen	39
3.2.2 Diagram Alir Penelitian	41
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	41
3.4 Parameter Penelitian	42
3.4.1 Variabel Bebas	42
3.4.2 Variabel Terikat	43
3.4.3 Variabel Kontrol	43
3.5 Teknik Pengumpulan Data	43

3.5.1 Dokumentasi	44
3.5.2 Uji Komposisi	44
3.5.3 Penimbangan Massa	44
3.5.4 Laju Korosi	45
3.6 Kalibrasi Alat Uji	45
3.6.1 Rectivier/Sumber Arus DC	45
3.6.2 Mikrometer	47
3.6.3 Termometer	48
3.7 Teknik Analisis Data	50
3.7.1 Analisis Deskriptif	50
3.7.2 Uji Prasyarat Analisis	50
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	53
4.1.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia	53
4.1.2 Hasil pengujian laju korosi	54
4.2 Analisis Data	56
4.2.1 Uji Prasyarat Analisis	56
4.3 Pembahasan	60
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	65
Daftar Pustaka	67
Lampiran	72

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Komposisi Larutan Elektrolit Nikel Watts	4
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian	39
Tabel 3.2 Data Jumlah Spesimen	39
Tabel 3.3 Data Hasil Pengujian Laju Korosi Spesimen	40
Tabel 4.1 Komposisi Bahan Spesimen Pengujian Laju Korosi.....	53
Tabel 4.2 Massa Hilang Setelah Pengujian Laju Korosi.....	54
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Laju Korosi	56
Tabel 4.4 Uji Normalitas One-Sample Kolmogorov-Smirnov Suhu Elektrolit	57
Tabel 4.5 Uji Normalitas One-Sample Kolmogorov-Smirnov Rapat Arus	57
Tabel 4.6 Uji Homogenitas Varian Rapat Arus.....	58
Tabel 4.7 Uji Anava Dua Arah.....	59
Tabel 4.8 Uji Lanjut (<i>Least Significane Difference</i>) LSD.....	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Instalasi Pelapisan	11
Gambar 2.2 Spesimen Uji Dan Dimensinya.	22
Gambar 2.3 Proses Terjadinya Korosi	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	41
Gambar 4.1 Diagram Pengaruh Suhu dan Rapat Arus Terhadap Laju Korosi	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Hasil Uji Komposisi Kimia Baja Karbon Rendah	72
Lampiran 2. Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi	73
Lampiran 3. Surat Izin Penelitian.....	74
Lampiran 4. Surat Tugas Panitia Ujian Skripsi.....	76
Lampiran 5. Lembar Pernyataan Selesai Revisi Skripsi	77
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian	78
Lampiran 7. Perhitungan Rapat Arus	81

BAB I.

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja karbon rendah merupakan jenis baja karbon yang memiliki kandungan karbon antara 0.008% sampai dengan 0.3% dengan kata lain setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 0.8 – 3 kg karbon (Rusmardi dan Feidihal, 2006: 37). Baja karbon rendah banyak digunakan di industri karena sifatnya yang mudah dibentuk. Selain dari sifat yang mudah bentuk, alasan penggunaan baja karbon rendah yaitu dari segi harga yang lebih murah. Jenis baja karbon rendah dapat dijumpai di pasaran dalam bentuk plat dan batang silinder pejal. Baja karbon rendah banyak digunakan untuk bahan baku aksesoris kendaraan misalnya dalam pembuatan rangka kendaraan, bodi mobil, knalpot dan masih banyak lainnya. Akan tetapi, untuk membuat komponen-komponen tersebut dibutuhkan material yang tahan korosi sedangkan baja karbon rendah merupakan jenis baja yang mudah mengalami korosi (Mulyaningsih, 2017: 202).

Korosi merupakan suatu kerusakan pada logam akibat adanya reaksi antara suatu logam dengan zat lain di lingkungan (Nindhia *et al.*, 2014: 51). Akibat dari reaksi tersebut maka terbentuk suatu zat yang biasa disebut karat. Korosi merupakan permasalahan yang tidak dapat dihindari yang terjadi pada sebuah logam. (Jia *et al.*, 2017: 450) mengatakan “*As the major harmful effect of the corrosion of steel liner is the reduction of its thickness, leading to loss of mechanical strength and even structural failure*” jika diterjemahkan “sebagai efek berbahaya utama dari korosi liner baja adalah pengurangan ketebalan,

menyebabkan hilangnya kekuatan mekanik dan bahkan kegagalan struktural” Pernyataan tersebut didukung oleh Dwilaksono *et al.*, (2013: 95) yang menyatakan akibat dari terjadinya korosi dapat berdampak pada menurunnya fatigue life, tensile strength dan berkurangnya sifat mekanis pada material. Dengan demikian apabila suatu komponen yang mengalami korosi merupakan suatu komponen vital, maka kerugian yang ditimbulkan akan sangat besar. Sepertihalnya baja karbon rendah yang sangat rentan terhadap korosi apabila bereaksi dengan zat korosif yang ada di lingkungan.

Untuk mendapatkan sifat baja karbon rendah yang tahan terhadap korosi diperlukan perlindungan khusus terhadap material. Alaneme *et al.*, (2016: 1069) menuliskan bahwa “*Corrosion inhibitors are generally reckoned to be efficient and relatively cost effective in mitigating metal dissolution. This gives the benefits of longevity of process vessels, installations, and facilities; reduced maintenance and replacement; and significantly reduced failure rates*” yang berarti penghambat korosi pada umumnya diperhitungkan efisien dan relatif efektif dalam mengurangi pelarutan logam. Ini memberi manfaat umur panjang dari wadah, instalasi, dan fasilitas; mengurangi perawatan dan penggantian; dan secara signifikan mengurangi tingkat kegagalan material. Salah satu cara untuk melindungi baja karbon rendah dari korosi yaitu dengan memberikan lapisan anti karat pada material dengan proses elektroplating.

Menurut Niam (2017: 7), pelapisan logam atau elektroplating dapat memperbaiki struktur mikro dan ketahanannya terutama dalam hal ketahanan terhadap korosi. Pada proses elektroplating banyak faktor yang mempengaruhi

sehingga hasilnya dapat baik diantaranya adalah faktor tegangan, rapat arus, lama waktu perendaman dan temperatur elektrolit. Menurut Harmanto, (2014: 82) dalam penelitiannya menyatakan Semakin besar arus dan lamanya waktu pelapisan nikel maka semakin tinggi kekerasan yang terjadi. Begitu juga yang dikatakan Darmawan, *et al* (2015: 70) yaitu ketebalan spesimen hasil proses electroplating semakin meningkat seiring bertambahnya arus dan waktu yang di berikan. Hal tersebut mendukung pernyataan bahwa arus listrik sangat berpengaruh terhadap ketebalan lapisan hasil elektroplating. Selain rapat arus, suhu elektrolit juga mempengaruhi kualitas hasil pelapisan seperti pada penelitian yang dilakukan Santhiarsa, (2016: 6) menyatakan temperatur juga mempengaruhi ketebalan lapisan dimana dengan menggunakan temperatur yang lebih tinggi menghasilkan lapisan yang lebih tebal dibandingkan dengan menggunakan temperatur lebih rendah. Namun penambahan suhu yang semakin tinggi menyebabkan pembentukan gas hidrogen pada katoda meningkat, gas hidrogen yang terbentuk berdifusi melalui lapisan endapan sehingga mengakibatkan lapisan menjadi lebih berpori (Riszi dan Harmami, 2015: 25).

Teknik pembuatan larutan yang akan dipakai adalah menggunakan teknik atau komposisi larutan elektrolit nikel *watts*. Nikel *watts* merupakan jenis larutan yang dikembangkan oleh seorang profesor bernama Oliver P. Watts di Wisconsin University pada tahun 1916. Ia mengkombinasikan nikel sulfat, nikel klorida dan asam borat dan melakukan pengujian untuk mendapatkan komposisi yang terbaik untuk melakukan pelapisan nikel. Berikut adalah tabel bahan-bahan campuran yang

digunakan beserta komposisi dalam pembuatan elektrolit dan aturan penggunaan temperatur, Ph, dan kuat arus yang dapat digunakan.

Tabel 1.1 Komposisi Larutan Elektrolit Nikel Watts (Di Bari, 2000: 83)

Komposisi Larutan Elektrolit Nikel Watts (g/L)	
Nickel Sulfate, NiSO ₄ .6H ₂ O	225 to 400
Nickel Chloride, NiCl ₂ .6H ₂ O	30 to 60
Boric Acid, H ₃ BO ₃	30 to 45
Temperature, 0C	44 to 66
Ph	2 to 4,5
Cathode Current Density, A/dm ²	3 to 11

Dalam penelitian ini akan diambil kombinasi antara temperatur dan rapat arus yang akan divariasikan sehingga terbentuk pelapisan yang kuat dan merata. Sesuai dengan tabel diatas, suhu diambil pada rentang 44⁰C - 66⁰C dan rapat arus diambil berdasarkan rentang rapat arus yang diijinkan yaitu 3 A/dm² – 11 A/dm². Sehingga dengan adanya pelapis tersebut, baja dapat terhindar dari paparan udara yang mengandung oksigen secara langsung. Karena apabila logam baja terpapar oleh oksigen maka akan terjadi reaksi kimia pada permukaan baja karbon rendah yang disebut dengan reaksi oksidasi atau pengkaratan. Salah satu logam pelapis yang baik untuk melindungi baja dari korosi adalah nikel (Putri dan Handani, 2015: 83).

Nikel merupakan jenis logam pelindung anti karat yang dapat memperbaiki sifat mekanis dan sifat teknis bahan yang dilapisinya serta dapat memperindah tampilan karena sifat nikel yang mengkilat (Hadi, 2015: 73). Dari pernyataan

tersebut maka nikel merupakan logam yang baik untuk dijadikan sebagai logam pelapis sebagai pelindung baja karbon rendah. Untuk digunakan sebagai anoda dalam elektroplating, dibutuhkan nikel yang memiliki kemurnian tinggi seperti pada penelitian Nady *et al*, (2016: 724), “*For Ni electroplating, nickel sheet with a purity of 99.9% as anode is used*” yang artinya untuk elektroplating nikel, digunakan lembaran nikel dengan kemurnian 99,9% sebagai anoda.

Selain memberikan penampilan yang halus dan mengkilat lapisan nikel juga dapat melindungi substrat atau logam yang dilapisi sehingga tidak berinteraksi langsung dengan lingkungan. (Bin *et al*, 2017: 1476) mengatakan “*smaller grain size results improved corrosion resistance, the smaller grain size also increases the fraction of grain boundary*” yaitu bahwa semakin kecil ukuran butir menghasilkan ketahanan korosi yang meningkat, ukuran butir yang lebih kecil juga meningkatkan fraksi batas butir. Permukaan yang halus pada pelapisan menggambarkan bahwa butir nikel yang mengendap sangat kecil dan untuk menutupi permukaan diperlukan fraksi volum butir yang banyak sehingga kerapatan antar butir juga semakin tinggi, sehingga hal tersebut menyebabkan meningkatnya ketahanan perlindungan terhadap korosi.

Sifat nikel yang baik juga mempengaruhi kemampuan dalam melindungi logam yang dilapisinya. Secara fisika, nikel memiliki sifat yaitu:

1. Nikel murni memiliki warna putih cemerlang keabu-abuan.
2. Nikel bersifat keras, dapat ditempa dan dapat dibengkokkan.
3. Nikel memiliki berat jenis sedang yaitu 8,9 gram/cm³ namun memiliki titik leleh dan titik didih yang cukup tinggi yaitu 1.455⁰C dan 2.900⁰C.

Penelitian laju korosi pada baja karbon rendah hasil elektroplating menggunakan bahan pelapis nikel dengan variasi suhu dan rapat arus ini akan dilakukan untuk mengetahui ketahanan terhadap korosi material baja karbon rendah yang telah diberi pelapisan nikel dengan proses elektroplating. Dalam penelitian laju korosi ini menggunakan zat korosif yang seringkali dijumpai di lingkungan seperti pada air hujan dan uap air laut yaitu kandungan NaCl dalam air. NaCl atau natrium klorida merupakan salah satu penyebab terjadinya korosi pada besi dan campurannya (Zakaria, *et al.*, 2016: 14). Pengujian laju korosi dilakukan dengan merendam spesimen pada larutan NaCl 5% dalam wadah terbuka. Setelah mendapatkan hasil yang terbaik, penelitian ini akan diterapkan pada *exhaust tip* knalpot mobil toyota. **Dasar-dasar dan ketentuan yang dipakai dalam penelitian ini dikembangkan dari berbagai penelitian yang telah dilakukan dari beberapa sumber jurnal dan buku-buku pelapisan nikel.**

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan yang dapat diidentifikasi antara lain:

1. Korosi merupakan masalah utama pada material baja karbon rendah.
2. Korosi dapat disebabkan karena lingkungan seperti udara lembab, air hujan dan efek lingkungan lainnya.
3. korosi pada baja dapat mengakibatkan pengurangan ketebalannya material, menyebabkan hilangnya kekuatan mekanik dan bahkan kegagalan struktural pada material.
4. Diperlukan perlakuan permukaan (elektroplating) pada permukaan material untuk mengantisipasi dan menahan serangan korosi.

5. Pada proses elektroplating, rapat arus dan suhu perendaman pada larutan elektrolit sangat berpengaruh terhadap kekuatan dan ketebalan lapisan yang dihasilkan.
6. Semakin kecil rapat arus dan suhu perendaman mengakibatkan kurang maksimalnya kualitas hasil elektroplating.
7. Semakin tinggi rapat arus dan suhu perendaman pada proses elektroplating mengakibatkan terbentuk lapisan yang lebih berpori.

1.3 Pembatasan Masalah

Untuk menjaga proses penelitian agar tidak keluar dari pembahasan maka akan dibatasi yaitu:

1. Specimen yang akan dipakai adalah plat baja karbon rendah dimensi 50mm x 25mm x 3mm.
2. Pelapisan menggunakan teknik elektroplating dengan logam pelapis nikel N02200.
3. Larutan elektrolit menggunakan komposisi *nickel watts*. larutan NaCl 5% dalam wadah terbuka dan temperatur ruang sebagai media uji korosi.
4. Variasi suhu perendaman 44⁰C, 55⁰C, dan 66⁰C.
5. Variasi rapat arus 5A, 7A, 9A, dan 11A per dm².
6. Jarak anoda dan katoda 15 cm.
7. Waktu perendaman selama 15 menit.

1.4 Rumusan Masalah

Dari permasalahan diatas dapat disusun sebuah rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah suhu proses pelapisan 44°C , 55°C , dan 66°C dapat mempengaruhi laju korosi baja karbon rendah hasil elektroplating *nickel watts*?
2. Apakah rapat arus proses pelapisan 5A, 7A, 9A, dan 11A dapat mempengaruhi laju korosi baja karbon rendah hasil elektroplating *nickel watts*?
3. Apakah suhu perendaman 44°C , 55°C , dan 66°C dan rapat arus 5A, 7A, 9A, dan 11A pada pelapisan nikel berinteraksi mempengaruhi laju korosi baja karbon rendah hasil elektroplating *nickel watts*?

1.5 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk:

1. Menguji apakah suhu 44°C , 55°C , dan 66°C pada proses pelapisan mempengaruhi laju korosi baja karbon rendah hasil elektroplating *nickel watts*.
2. Menguji Apakah rapat arus 5A, 7A, 9A, dan 11A pada proses pelapisan dapat mempengaruhi laju korosi baja karbon rendah hasil elektroplating *nickel watts*.
3. Menguji apakah suhu 44°C , 55°C , dan 66°C dengan rapat arus 5A, 7A, 9A, dan 11A proses pelapisan dapat mempengaruhi laju korosi baja karbon rendah hasil elektroplating *nickel watts*?

1.6 Manfaat

Manfaat yang diharapkan dari pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu manfaat untuk kepentingan teoritis dan untuk kepentingan praktis.

1.6.1 Manfaat untuk kepentingan teoritis adalah:

1. Dapat dijadikan sebagai sumber informasi dalam menjawab permasalahan-permasalahan mengenai suhu dan kuat arus yang terjadi dalam proses

pengerjaan elektroplating nikel.

2. Dapat menjadi bahan referensi bagi penelitian selanjutnya mengenai pelapisan nikel dan laju korosi.
3. Dapat memberikan manfaat dalam meningkatkan kualitas hasil praktik pelapisan nikel.
4. Dapat digunakan untuk mendukung kebutuhan materi pelapisan nikel bagi guru sekolah menengah kejuruan teknik pelapisan logam.

1.6.2 Manfaat untuk kepentingan secara praktis adalah:

1. Bermanfaat bagi industri pelapisan logam untuk membantu mencari perpaduan variabel pada proses elektroplating agar mendapatkan hasil pelapisan yang bagus dan kuat sehingga mendapat kepercayaan dari pelanggan.
2. Bermanfaat sebagai panduan untuk membuka usaha pelapisan logam dengan cara listrik bagi pemul.

BAB II.

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Kajian Penelitian

2.1.1 Elektroplating

Pelapisan logam dengan metode elektroplating merupakan salah satu cara untuk melindungi sebuah logam untuk membatasi dari interaksi dengan lingkungan luar. Interaksi yang dimaksud yaitu antara lain **Usia kendaraan, terik matahari, ,** interaksi dengan air **hujan**, udara, panas, dan zat-zat kimia yang ada di lingkungan (ridlwan dan hadromi, 2016:3). Pelapisan ini dilakukan dengan mengendapkan ion logam (*deposit*) pada elektroda negatif (katoda) menggunakan teknik elektrolisis atau menggunakan listrik (Purwoko, 2016:13).

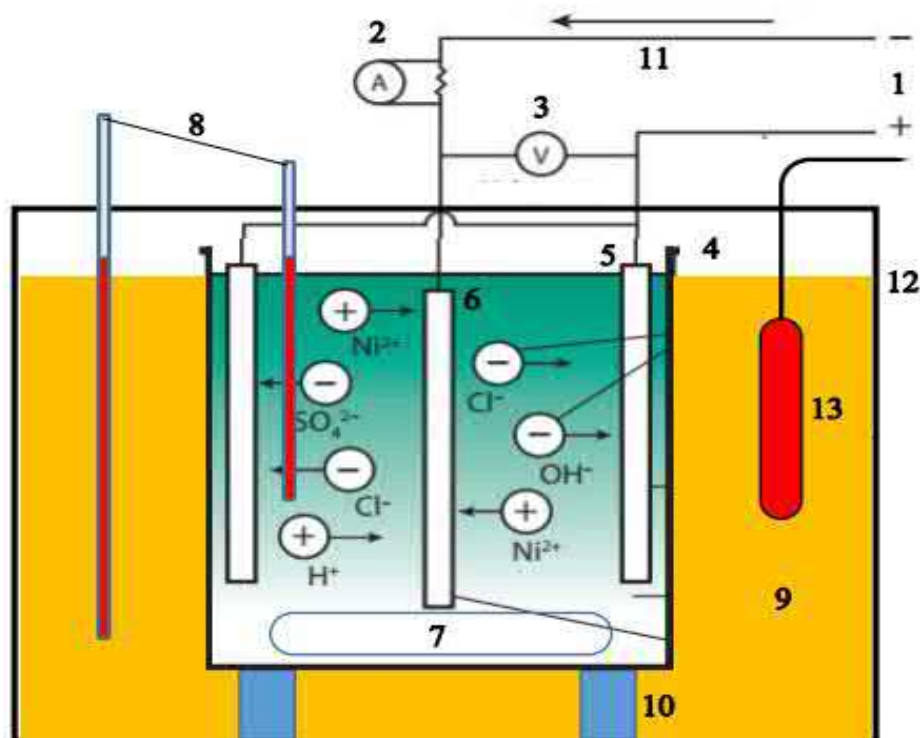
Pengendapan pada katoda terjadi karena adanya proses elektrolisa yaitu penguraian ion-ion elektrolit yang dialiri arus listrik (Sudana, 2014: 191). Arus listrik yang digunakan yaitu arus searah atau DC seperti arus yang dihasilkan pada aki, baterai, atau adaptor yang dapat diatur besarnya kuat arus yang mengalir. Sumber listrik tersebut memiliki dua kutub yang dikenal dengan kutub positif (*anode*) dan kutub negatif (*kathode*). Kutub elektroda digunakan untuk menghantarkan listrik ke dalam elektrolit, untuk itu dibutuhkan bahan konduktor yang baik seperti tembaga.

Proses pelapisan dengan arus listrik ini menggunakan prinsip **Hukum Faraday** yaitu: (1). Jumlah zat-zat (unsur-unsur) yang terbentuk dan terbebas pada elektroda selama elektrolisis sebanding dengan jumlah arus listrik yang mengalir dalam larutan elektrolit . (2). Jumlah zat-zat (unsur-unsur) yang dihasilkan oleh

arus listrik yang selama elektrolisis adalah sebanding dengan berat ekuivalen masing-masing zat.

Dengan kata lain **Hukum Faraday** dapat diartikan bahwa berat endapan lapisan dalam satuan gram adalah hasil dari jumlah arus yang mengalir (amper) setiap satu satuan waktu (detik) dikali Berat ekivalen (berat atom suatu unsur dibagi valensi unsur tersebut) per 96.500 C, yaitu jumlah arus listrik yang diperlukan untuk membebaskan 1 *greek* suatu zat seperti yang ditulis oleh Saleh, (2014:4-5) dalam (Wibowo, 2016: 16).

Instalasi proses elektroplating dibuat untuk menentukan rangkaian komponen yang digunakan dalam proses elektroplating. Gambar instalasi dan keterangannya dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.1 Skema instalasi pelapisan
(Sudana, 2014: 193)

Keterangan gambar:

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| 1. Sumber arus DC | 8. Termometer |
| 2. <i>Ampere</i> meter | 9. Minyak penahan panas |
| 3. <i>Volt</i> meter | 10. Ganjal |
| 4. Bak elektroplating | 11. Kabel instalasi |
| 5. Anoda | 12. Bak minyak penahan panas |
| 6. Katoda | 13. <i>Heater</i> |
| 7. Larutan elektroplating | |

2.1.2 Peralatan dan Bahan Elektroplating

1. Sumber Arus DC / *Rectifier*

Sumber arus DC/ *Rectifier* merupakan sumber arus searah yang digunakan untuk proses pelapisan. *Rectifier* atau *power supply* merupakan mesin elektroplating yang berfungsi mengubah tegangan listrik PLN menjadi listrik arus searah dan menurunkan tegangannya.

Aliran listrik disearahkan dengan menambahkan komponen elektronika sehingga arus yang mengalir dapat dibedakan antara kutub positif dan kutub negative, dan arus yang dihasilkan lebih stabil. Digunakan untuk mengalirkan arus kedalam elektrolit melalui elektroda pada saat proses elektroplating.

2. *Ampere* Meter Dan *Volt* Meter

Untuk mengukur amper dan voltase digunakan multimeter. Multimeter merupakan alat yang digunakan untuk mengecek komponen- komponen elektroni apakah komponen tersebut memiliki nilai yang sesuai dengan angka yang ada pada badan komponen tersebut. Dalam penelitian ini multimeter digunakan untuk

mengukur besarnya kuat arus dan voltase yang keluar dari sumber arus yang digunakan pada proses pelapisan nikel.

3. Bak Elektrolit

Bak elektrolit merupakan sebuah alat penampung yang terbuat dari bahan isolator sebagai wadah penampung benda didalamnya. Digunakan sebagai wadah untuk menampung larutan elektrolit yang akan digunakan pada proses elektroplating.

4. Anoda

Anoda merupakan kutub positif pada arus listrik searah (DC). Pada proses elektroplating, anoda digunakan untuk meletakkan logam pelapis yang akan dipakai yaitu lembaran nikel dengan kemurnian 99,0% (Nady, 2016).

5. Katoda

Katoda adalah bagian kutub negatif dari *output* travo elektroplating yang terbuat dari kabel tembaga. Katoda digunakan untuk memasang benda yang akan dilapisi pada proses elektroplating ini (Pamungkas, 2006: 47)

6. Larutan Elektroplating

Larutan elektroplating yang digunakan yaitu jenis larutan nikel *watts*. Nikel *watts* merupakan jenis larutan yang dikembangkan oleh seorang profesor bernama Oliver P. Watts di Wisconsin University pada tahun 1916. Ia mengkombinasikan nikel sulfat, nikel klorida dan asam borat dan melakukan pengujian untuk mendapatkan komposisi yang terbaik untuk melakukan pelapisan nikel. Menurut Sugiyarta (2012: 27) dalam jurnal penelitiannya, menjelaskan mengenai bahan-

bahan pembuatan elektrolit atau larutan yang digunakan dengan hasil maksimal untuk proses elektroplating nikel yaitu:

Aquades	1000 ml
<i>Boric acid</i> / asam borat	30 gr
Nikel sulfat	350 gr
Nikel klorida	50 gr

Cara pencampurannya yaitu pertama dengan memanaskan aquades hingga suhu 60°C dan tahan pada suhu tersebut. Kemudian memasukkan asam borat dan diaduk hingga tercampur dan larut seluruhnya. Setelah itu masukkan nikel sulfat dan diaduk kembali hingga tercampur rata. Selanjutnya campurkan nikel klorida dan diaduk hingga tercampur rata. hingga membentuk senyawa. Setelah semuanya selesai dicampurkan maka larutan siap untuk dipakai.

7. Termometer

Termometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu suatu benda. Digunakan untuk mengukur elektrolit saat melakukan proses elektroplating sehingga suhu dapat terkontrol dengan baik.

8. Minyak Penahan Panas

Minyak penahan panas yang digunakan yaitu minyak goreng curah. Alasan penggunaan minyak karena minyak memiliki laju penurunan temperatur yang rendah sehingga dapat menahan suhu elektrolit didalamnya tetap konstan.

9. Ganjal

Ganjal digunakan untuk mengganjal bak elektroplating sehingga semua sisi bak tersebut diselimuti oleh minyak penahan panas. Dengan demikian temperatur

elektrolit dapat stabil dan merata.

10. Kabel Instalasi

Kabel instalasi berfungsi sebagai penghubung aliran listrik dari sumber arus listrik atau *rectifier* menuju anoda katoda pada proses elektroplating.

11. Bak Minyak Penahan Panas

Bak minyak penahan panas berfungsi sebagai penampung minyak yang digunakan untuk menahan panas elektrolit agar tetap stabil. Ukuran bak ini lebih besar dari bak elektroplating. selain lebih besar, bak ini juga harus lebih kuat dalam menahan panas karena suhu minyak lebih tinggi dari pada suhu elektrolit yang ada didalamnya.

12. Heater

Heater merupakan alat yang digunakan untuk memanaskan atau menaikkan suhu larutan elektrolit pada saat akan digunakan untuk melakukan pelapisan pada saat penelitian. Setelah suhu elektrolit naik, heater digunakan untuk memanaskan minyak yang digunakan sebagai penahan aliran panas elektrolit untuk menjaga temperatur elektrolit tetap stabil.

13. Nikel Sulfat (NiSO_4)

Nikel sulfat memiliki warna kristal hijau kekuningan. Larut dalam air dan tidak larut dalam alkohol dan eter. Suhu leleh kristal yaitu 840°C terjadi dari reaksi asam sulfat dalam nikel. Secara teknik tergolong dalam kristal tunggal.

14. Nikel Klorida (NiCl_2)

Mempunyai kristal warna coklat. Larut dalam air, alkohol dan NH_4OH . Suhu leleh kristal yaitu 1001°C . Tidak mudah terbakar. Terjadi dari reaksi HCl dalam

nikel. Kegunaan : melapisi/pelapis nikel, reagent kimia.

15. Asam Sulfat (H_2SO_4)

Salah satu bahan kimia paling penting. Berupa cairan. Merupakan asam kuat dan bahan pengoksidator yang kuat. Dibuat melalui proses kontak. Bereaksi secara kimia sebagai asam. Asam sulfat encer bereaksi dengan logam basa dan karbonat membentuk sulfat. Sedangkan Asam Sulfat pekat bereaksi dengan klorida dan nitrat membentuk HCl dan Asam Nitrat.

16. Asam Klorida (HCl)

Merupakan asam kuat yang terdisolasi dengan sempurna pada pengenceran sehingga disebut elektrolit kuat. Merupakan gas yang berasap tanpa warna. Titik leleh $144^\circ C$ dan titik didih $85^\circ C$. Dibuat dengan pemanasan NaCl dan H_2SO_4 pekat.

17. Natrium Hidroksida (NaOH)

Merupakan soda kaustik padatan lembab, cair, bening dan berwarna putih. NaOH larut dalam air dan etanol namun tidak larut dalam eter. Titik didih $1390^\circ C$ dan titik leleh $3,5^\circ C$. Merupakan basa kuat dan dapat digunakan untuk menyerap gas yang bersifat racun.

2.1.3 Baja Karbon Rendah

Menurut Ferdiansyah (2013: 29) baja karbon adalah bentuk paling umum dari baja karena harganya yang relatif rendah sementara itu memberikan sifat material yang dapat diterima untuk banyak aplikasi. Memiliki kandungan karbon yang paling rendah mengakibatkan sifat mudah dibentuk dan ulet, tetapi tidak dapat dikeraskan dengan perlakuan panas. Baja karbon terbagi menjadi tiga jenis berdasarkan kandungan karbonnya yaitu baja karbon rendah, baja karbon sedang

dan baja karbon tinggi.

Dalam artikel penelitian Rusmardi dan Feidihal (2006: 37), baja karbon rendah atau mild steel merupakan jenis baja yang memiliki kandungan karbon antara 0,008% - 0,3%. Baja karbon rendah banyak diproduksi dalam bentuk plat-plat baja, baja strip dan baja batangan atau progil. Karena sifatnya yang mudah dibentuk dan mudah dalam pengerjaan menggunakan mesin, baja karbon rendah banyak digunakan sebagai baja bahan konstruksi seperti tulangan pada beton bangunan, komponen mesin seperti mur baut, dan sebagai bahan aksesoris kendaraan seperti bodi mobil dan komponen-komponen lainnya. Untuk mempermudah pembuatan spesimen uji, peneliti akan menggunakan plat baja karbon rendah.

Menurut Smallman dan Bishop (1999: 283) dalam bukunya mengungkapkan bahwa untuk aplikasi industri, kekuatan merupakan parameter yang penting. Namun, kekuatan bukan satu-satunya parameter yang penting dan umumnya material harus memiliki kombinasi beberapa sifat. Salahsatu sifat yang harus dimiliki oleh baja adalah tahan terhadap serangan korosi.

2.1.4 Pengujian komposisi

Baja karbon rendah merupakan baja yang memiliki kandungan baja $\leq 0,3\%$. Untuk mengetahui bahwa baja yang digunakan benar-benar baja karbon rendah maka diperlukan uji komposisi agar dapat diketahui kadar unsur-unsur apa saja yang terkandung dalam baja. Proses pengujian komposisi dilakukan dengan membakar baja menggunakan elektroda sehingga terjadi suhu rekristalisasi yang mengakibatkan terjadinya penguraian unsur yang berbeda-beda warnanya.

Penentuan kandungan baja berdasarkan warna yang timbul setelah pembakaran terjadi. Dengan demikian dapat diketahui unsur-unsur apa saja yang terkandung didalam baja termasuk jumlah karbon yang ada pada baja tersebut.

2.1.5 Nikel

Menurut Surdia dan Saito (1999: 148) dalam bukunya, menerangkan nikel (Ni) adalah logam yang berwarna perak keabu-abuan mempunyai sel satuan berpusat muka (*fcc*) dengan masa jenis $8,7 \text{ g/cm}^3$ hampir sama dengan Cu. Nikel baik sekali dalam ketahanan panas dan ketahanan korosinya, tidak rusak oleh air kali atau air laut dan air alkali. Nikel dibuat oleh perusahaan logam dalam bentuk pelat tipis, batangan pendek, pipa dan kawat.

Menurut Brimi dan Luck (1965: 201) dalam bukunya dituliskan “*Nickel has found a great number of applications as a plated metal due to the ease of the deposition, its hardness, electroformability and the variety of surfaces which may be obtained by simple variations in both chemistry and operating conditions. Nickel is most frequently applied for its corrosion resistance, or its pleasing appearance in the bright condition.*” Jika diterjemahkan dalam bahasa Indonesia yaitu Nikel memiliki kemampuan yang baik dalam pengaplikasiannya seperti pada penggunaannya sebagai bahan pelindung logam lain karena mudah dalam deposisi, kekerasan yang cukup tinggi, penghantar listrik yang baik dan berbagai variasi permukaan yang dapat diperoleh dengan variasi sederhana baik dalam kimia dan kondisi operasi. Nikel sering digunakan karena kemampuannya sebagai pelindung terhadap korosi, atau karena penampilannya yang mengkilat dalam kondisi cerah.

Nikel, banyak dijumpai pada endapan terak bumi yang biasanya tercampur

dengan bijih tembaga. Sebagai salah satu bahan logam paduan, nikel memiliki keunggulan yaitu ketahanannya terhadap berbagai pengaruh korosi dan dapat mempertahankan sifatnya pada temperatur tinggi. Oleh karena itu nikel banyak digunakan sebagai pelapis dasar sebelum pelapisan dengan Chromium, dimana nikel dapat memberikan perlindungan terhadap berbagai pengaruh gangguan korosi pada baja atau logam-logam lainnya (Ferdiansyah, 2013: 55).

Secara fisika, nikel memiliki sifat yaitu:

1. Nikel murni memiliki warna putih cemerlang keabu-abuan.
2. Nikel bersifat keras, dapat ditempa dan dapat dibengkokkan.
3. Nikel memiliki berat jenis sedang yaitu 8,908 gram/cm².
4. Nikel memiliki titik leleh dan titik didih cukup tinggi yaitu 1.455⁰C dan 2.913⁰C.

2.1.6 Suhu dan Rapat Arus Proses Pelapisan Nikel

1. Suhu

Suhu atau temperature dalam penelitian ini merupakan variasi pada larutan yang digunakan untuk merendam elektroda dan komponen yang akan dilapisi. Rentang suhu yang diijinkan dalam pelapisan nikel yaitu 44⁰C s/d 66⁰C (Di Bari, 2000: 83), dengan demikian akan dilakukan variasi suhu yaitu pada suhu 44⁰C, 55⁰C dan 66⁰C. Suhu merupakan salah satu factor yang mempengaruhi ketebalan lapisan hasil elektroplating. Pemanasan pada larutan dilakukan sebelum proses pelapisan dimulai yaitu setelah penyiapan alat selesai, nyalakan heater dan tunggu hingga larutan elektrolit memanans hingga mencapai suhu yang diininkan. Setelah selesai pemanasan, jaga suhu

tersebut pada posisi yang sama selama proses elektroplating menggunakan alat pengukur suhu thermometer.

Variasi suhu dilakukan karena menurut Deviana (2014: 177) dalam artikel penelitiannya menyatakan bahwa beberapa substrat yang telah dielektroplating untuk temperatur yang bervariasi dengan waktu yang konstan, didapatkan semakin besar temperatur maka massa lapisan nikel yang tertempel di substrat semakin banyak. Dengan kata lain semakin tinggi suhu perendaman akan menambah ketebalan pelapisan dan semakin tebal lapisan berarti kualitas dalam melindungi spesimen akan semakin baik.

2. Rapat Arus

Rapat arus listrik merupakan definisi dari besar atau cepatnya aliran elektron yang mengalir dari suatu atom ke atom lainnya pada luas penampang dengan nama satuan ampere A/dm^2 . Ada dua jenis aliran listrik yang kita ketahui yaitu arus searah atau arus DC dan arus bolak-balik atau AC. Dikatakan arus DC karena arah arus elektron selalu sama dan dikatakan arus AC apabila terjadi arah balik terhadap arah dasarnya (sutomo et al, 2006: 14).

Variasi rapat arus 6A, 9A, dan 12A per dm^2 pada pelapisan nikel dilakukan karena selain suhu pencelupan yang dapat menambah ketebalan lapisan, rapat arus juga dapat mempengaruhi ketebalah lapisan seperti yang ditulis Purwoko (2016: 3) menjelaskan bahwa massa lapisan aktual rata-rata yang dihasilkan dari proses elektroplating sebanding dengan tingkat penambahan rapat arus yang mengalir.

2.1.7 Proses Pelapisan Nikel

1. Persiapan Spesimen

Persiapan benda kerja merupakan langkah awal sebelum melakukan pelapisan atau elektroplating. Pembuatan spesimen uji dari plat baja karbon rendah dengan cara memotong plat sesuai dimensi yang telah ditentukan. Dimensi plat baja spesimen akan dibuat berdasarkan standar ASTM G31-72 (2004) yaitu dengan ukuran panjang 50mm x lebar 25mm x tinggi 3mm, serta dibuat lubang lingkaran dengan diameter 5mm sebagai tempat kaawat penyangganya. sehingga dapat dihitung luas permukaannya dengan rumus:

Luas permukaan plat baja

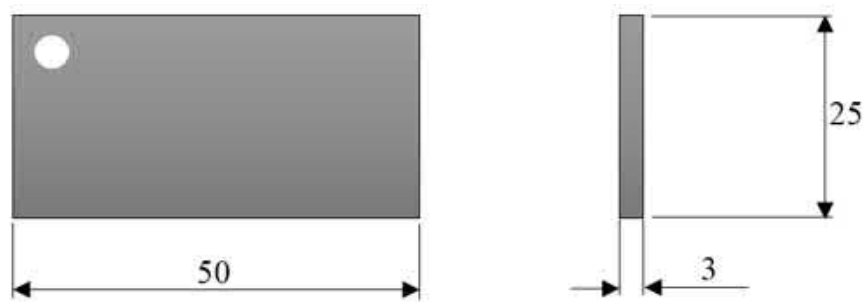
$$\begin{aligned}
 &= (2 \times (P \times L)) + ((2 \times (P+L)) \times T) \\
 &= (2 \times (50 \times 25)) + ((2 \times (50 + 25)) \times 3) \\
 &= (2 \times (1250)) + ((150) \times 3) \\
 &= (2500) + (450) \\
 &= \mathbf{2950 \text{ mm}^2} \\
 &= 29,5 \text{ cm}^2 \\
 &= \mathbf{0.00295 \text{ m}^2}
 \end{aligned}$$

Luas permukaan lubang

$= 2 \times \text{luas lingkaran}$	$= \text{keliling lingkaran} \times \text{tinggi}$
$= 2 \times (3.14 \times 2.5 \times 2.5)$	$= (3.14 \times 5) \times 3$
$= 2 \times 19.625$	$= 15.7 \times 3$
$= \mathbf{39.25 \text{ mm}^2}$	$= \mathbf{47.1 \text{ mm}^2}$

Luas keseluruhan permukaan yang akan dilapisi

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Luas permukaan plat baja}) + (\text{keliling lingkaran} \times \text{tinggi}) - \\
 &\quad (2 \times \text{luas lingkaran}) \\
 &= 2950 \text{ mm}^2 + 47.1 \text{ mm}^2 - 39.25 \text{ mm}^2 \\
 &= 2957.85 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$



Gambar 2.2 Spesimen uji dan dimensinya.

2. Pembersihan spesimen

Pembersihan pertamakali dilakukan dengan penggerindaan sisi-sisi spesimen yang tajam akibat dari bekas pemotongan. Selain penggerindaan permukaan bisa juga dilakukan dengan mengampelas permukaan hingga chip-chip hilang. Setelah selesai kemudian spesimen dipoles dengan gerinda *polishing* dengan batu gerinda terbuat dari bahan *catton*. Pemolesan dilakukan hingga permukaan mengkilat dan goresan bekas pengampelasan hilang. Setelah pemolesan selesai kemudian dilakukan pencucian untuk membersihkan minyak dan karat yang menempel pada permukaan spesimen.

Pencucian pertama kali bertujuan untuk menghilangkan minyak atau lemak yang menempel pada permukaan spesimen. Pembersihan dilakukan dengan sabun hingga semua lemak dan minyak yang menempel hilang. Setelah selesai, kemudian membilas dengan air bersih hingga permukaan

keset. Apabila permukaan masih licin, bilas kembali menggunakan air hingga bersih. Karena apabila masih ada sisa sabun di permukaan dan jika langsung dilakukan pencelupan maka akan menimbulkan noda dan hasilnya akan menjadi kurang bagus (Pamungkas, 2006: 46).

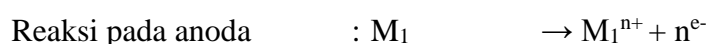
Pembersihan spesimen sebelum pencelupan dengan larutan asam (*pickling*) penting dilakukan untuk menghilangkan karat yang menempel pada permukaan. Untuk membersihkan karat digunakan larutan HCl / asam klorida hingga karat terangkat dari spesimen. Larutan HCl dibuat dengan mencampurkan air dan HCl dengan perbandingan 3 : 1 (3 = air, 1 = HCl) (Pamungkas, 2006: 39). Setelah kotoran atau karat terangkat semua, langkah selanjutnya dibilas dengan air bersih.

3. Proses Elektroplating

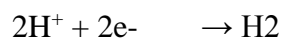
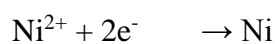
Proses Elektroplating dilakukan dengan terlebih dahulu memanaskan larutan elektrolit menggunakan heater dan untuk mengetahui suhu menggunakan termometer. Setelah larutan siap dengan suhu yang telah ditentukan (variasi suhu 44⁰C, 55⁰C dan 66⁰C) dan penyetelan kuat arus yang telah ditentukan (5 amper, 7 amper, 9 amper, dan 11 amper). Siapkan kawat tembaga penggantung yang telah diberi label nama-nama setiap spesimen untuk mempermudah pengolahan data. Pasang spesimen dengan menggantungnya pada kawat yang terhubung dengan kutup negatif sumber listrik. Atur jarak antara anoda (logam pelapis) dan katoda (benda yang dilapisi) minimal 15 cm karena apabila terlalu dekat maka ada kemungkinan akan timbul warna hitam (Pamungkas, 2006: 48). Setelah semua siap,

celupkan anoda atau logam pelapis dan spesimen pada elektrolit kemudian menyalakan *rectifier* dan diatur pada voltase tertentu hingga besar arus yang mengalir sesuai dengan besaran yang telah diperhitungkan, kemudian mulai menyalakan *stop watch*. Proses pelapisan nikel dilakukan selama waktu yang telah ditentukan yaitu 15 menit..

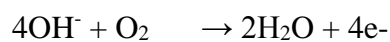
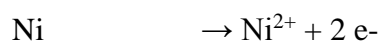
Selama proses pelapisan terjadi perpindahan ion yang berlangsung antara katoda dan anoda akibat dari dialirinya listrik. Tahu, et al., (2015: 29) mengatakan secara umum reaksi perpindahan ion dari logam pelapis ke benda kerja, berlangsung secara redoks, yaitu:



Sehingga dapat dibuat reaksi redoks pelapisan nikel pada katoda yaitu:



Dan reaksi redoks pelapisan nikel yang terjadi pada anoda yaitu:



Setelah proses perendaman atau pelapisan selesai, segera angkat spesimen dan kemudian cuci menggunakan air bersih untuk menghilangkan sisa-sisa elektrolit yang terbawa pada permukaan spesimen.

Setelah pelapisan nikel selesai langkah selanjutnya yaitu penimbangan spesimen dan catat hasil penimbangan untuk mencari data berat awal hasil pelapisan nikel.

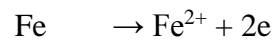
2.1.8 Korosi

Menurut Smallman dan Bishop (1999: 416) dalam bukunya menjelaskan hampir semua permasalahan adalah masalah permukaan, permukaan logam umumnya mengalami oksidasi ketika berada diudara pada temperatur ruang dan membentuk lapisan oksida sangat tipis. Korosi dapat menimbulkan berbagai masalah seperti timbulnya lubang-lubang kecil yang menyebabkan kebocoran cairan atau gas, juga menyebabkan penurunan kekuatan bahan karena luas potongan melintang menjadi berkurang akibat korosi. Disamping itu korosi menyebabkan turunnya kualitas kenampakan permukaan dan terjadi karat pada permukaan (Nindhia *et al*, 2014: 51). Korosi dapat disebabkan oleh faktor lingkungan seperti terkena air hujan yang mengandung garam dan juga karena terpapar uap air laut yang juga mengandung garam atau NaCl.

NaCl atau natrium klorida merupakan salah satu penyebab terjadinya korosi pada besi dan campurannya (Zakaria, *et al.*, 2016: 14). Selain karena ada larutan elektrolit, korosi juga terjadi karena ada beberapa komponen utama yang mendukung terjadinya korosi (Cahyadi, 2017: 13) yaitu:

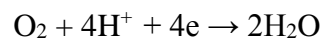
1. Anoda

Anoda mengalami korosi dengan melepas elektron dari atom logam netral untuk membentuk ion-ion yang bersangkutan. Contoh reaksi kimia pada anoda yaitu:



2. Katoda

Katoda biasanya tidak mengalami korosi, tetapi dapat rusak karena proses korosi. Reaksi yang terjadi pada katoda adalah reaksi reduksi. Contoh reaksi kimia pada katoda yaitu:

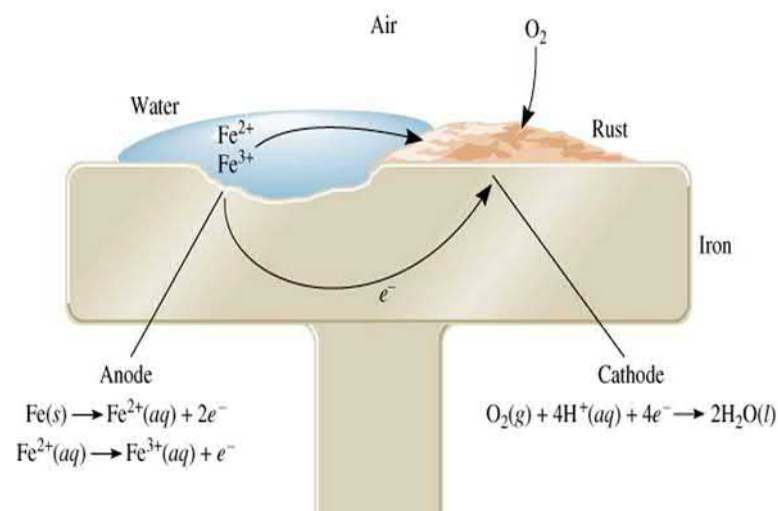


3. Elektrolit

Elektrolit berperan sebagai penghantar listrik antara anoda dan katoda, elektrolit dapat berupa larutan asam, larutan basa maupun larutan garam.

4. Lintasan logam

Anoda dan katoda harus terhubung secara elektris agar arus dalam sel korosi dapat mengalir. Hubungan secara fisik tidak diperlukan apabila anoda dan katoda merupakan satu komponen yang sama.



Gambar 2.3 Proses terjadinya korosi
(<https://lindrakimiapasca.wordpress.com/>)

2.1.9 Pengujian Laju Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan untuk mencari nilai ketahanan spesimen yang telah diberi pelapisan nikel. Pengujian dilakukan dengan merendam spesimen pada larutan NaCl 3,5% selama 10 hari atau 240 jam dalam kondisi terbuka dengan tujuan memberikan sirkulasi udara. Dalam penentuan pengujian laju korosi ini banyaknya larutan NaCl akan menyesuaikan luasan permukaan spesimen dengan rasio 0.20 mL/mm².

Penentuan laju korosi menggunakan metode kehilangan massa yang di dapat dari selisih antara berat spesimen sebelum uji korosi dengan berat spesimen setelah dilakukan uji korosi (ASTM G 31 – 72, 2004: 6).

Setelah perendaman spesimen selesai, segera cuci spesimen untuk membersihkan korosi yang timbul dari permukaan. Pengangkatan karat hasil perendaman dapat dilakukan dengan mencucinya pada larutan HCl dengan komposisi larutan yaitu 150 ml HCl yang dicampur dengan air reagen atau akuades hingga volume menjadi 1000 ml. Pencucian dilakukan dalam suhu 20⁰C sampai dengan suhu 25⁰ C atau suhu kamar selama 1 hingga 3 menit (ASTM G 1-90, 1999: 5).

Langkah selanjutnya yaitu penimbangan dengan timbangan digital mikro untuk mengetahui berat spesimen terbaru. Penimbangan ini bertujuan untuk mengetahui berat akhir spesimen setelah melalui proses pengujian korosi pada larutan NaCl. Mencatat angka yang muncul pada timbangan digital kedalam tabel pengumpulan data. Langkah selanjutnya adalah pengolahan data berdasarkan data-data yang telah sisipatkan sebelum dan sesudah pengujian korosi.

Sesuai dengan standar (ASTM G 31-72, 2004) untuk menghitung laju korosi dapat menggunakan rumus:

$$\text{Laju korosi} = (\mathbf{K \times W}) / (\mathbf{A \times T \times D})$$

Keterangan	K = bilangan konstan
	W = massa yang hilang (gram) akibat pengkorosian
	A = luas permukaan spesimen
	T = lama waktu perendaman
	D = densitas g/cm ³

- K (bilangan konstan) merupakan bilangan yang sudah ditetapkan berdasarkan satuan yang diinginkan. Dalam penelitian ini akan menggunakan satuan mm/y dengan nilai bilangan konstan 8.76×10^4 .
- D (densitas g/cm³) menggunakan bilangan yang telah ditetapkan menurut bahan pelapis yaitu nikel. Dalam penelitian ini akan menggunakan jenis nikel 200 (N02200) dengan nilai densitas 8,89 g/cm³.

Setelah mendapatkan data yang diinginkan dari proses penelitian ini, pengolahan data dapat dilakukan dan dapat disimpulkan apakah pengaruh variasi suhu dan kuat arus mempengaruhi laju korosi baja karbon rendah.

2.2 Kajian Pustaka

Penelitian mengenai variasi suhu dan rapat arus telah banyak dilakukan sebelum-sebelumnya. Penelitian yang telah dilakukan diantaranya yaitu:

Murabbi dan Sulistijono, (2012: 5) melakukan penelitian mengenai pengaruh konsentrasi larutan garam (NaCl) dengan variasi 3%, 4% dan 5%.

Spesimen yang digunakan yaitu berupa tiga plat bodi mobil yang beredar di Indonesia yaitu plat mobil Eropa / Plat M, plat mobil Jepang / Plat C dan plat mobil Indonesia/Plat T. Penelitian ini memperoleh hasil bahwa semakin meningkatnya konsentrasi larutan NaCl maka semakin tinggi pula laju korosi terjadi baik pada pengujian polarisasi ataupun imersi. Hasil pengujian polarisasi didapatkan laju korosi terendah terdapat pada larutan NaCl 3% yaitu Plat M sebesar 3.0671 mpy, dan yang tertinggi terdapat pada larutan NaCl 5% plat T sebesar 10.39 mpy, sedangkan pada pengujian imersi didapatkan laju korosi terendah pada larutan NaCl 3% yaitu plat M sebesar 0.9149 mpy untuk lama pencelupan 240 jam dan yang tertinggi terdapat pada larutan NaCl 5% plat T 3.4161 mpy untuk lama pencelupan 80 jam.

Malau dan Luppia, (2011: 151) melakukan penelitian mengenai pengaruh variasi waktu dan konsentrasi larutan nacl terhadap kekerasan dan laju korosi dari lapisan nikel elektroplating pada permukaan baja karbon sedang dengan konsentrasi larutan NaCl 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 dan 1,0 %. Spesimen yang digunakan berbentuk silinder dengan pejal. Penelitian tersebut memberikan kesimpulan bahwa Laju korosi meningkat jika konsentrasi larutan NaCl naik, sebaliknya laju korosi turun jika lama elektroplating mengalami kenaikan. Lapisan nikel Ni menurunkan laju korosi secara signifikan. Laju korosi logam dasar naik dari 44,63 mpy menjadi 90,76 mpy apabila konsentrasi larutan NaCl naik dari 0,2 menjadi 1,0 %. Laju korosi terendah sebesar 8,08 mpy untuk lama elektroplating 15 menit dan konsentrasi larutan NaCl sebesar 0,2 %.

Paridawati, (2015: 132) telah melakukan penelitian mengenai tingkat laju

korosi knalpot kendaraan type C 100 produksi industri kecil di kab.Purbalingga. Dalam penelitian tersebut memberikan hasil penelitian uji korosi knalpot type mesin C 100 dengan spesifikasi universal menggunakan medium air garam konsentrasi 2% - 5% dengan mengambil variasi konsentrasi garam 2%, 3,5% dan 4,5%. Hasil dari pengujian tersebut yaitu pada larutan dengan konsentrasi garam 2% menghasilkan nilai laju korosi 4,19 mpy, pada konsentrasi 3,5% menghasilkan nilai laju korosi sebesar 5,64 mpy dan pada konsentrasi 4,5% menghasilkan nilai laju korosi sebesar 5,87 mpy.

Hadi, (2015: 77) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh pelapisan nikel (ni) terhadap laju korosi pada impeller pompa. Memberikan kesimpulan bahwa semakin meningkat waktu yang digunakan pada proses pelapisan nikel (Ni) akan memperlambat proses lajunya korosi pada impeller pompa. Laju korosi impeller tanpa pelapisan memiliki laju korosi yang paling tinggi yaitu sebesar 0.182 mpy. Sementara itu impeller dengan waktu pelapisan 8 menit memiliki laju korosi paling rendah yaitu sebesar 0.002 mpy (*mils per year*). 1 mpy sama dengan 0.001". Jadi jika laju korosi pada impeller yang tidak dilapisi sebesar 0,182 mpy sama dengan 1.82×10^{-4} ". jika dikonversikan kedalam satuan internasional (SI) maka didapatkan 46.22×10^{-4} mm dalam 1 (satu) tahun.

Nursubyantoro, (2005: 349) melakukan penelitian mengenai optimasi proses elektroplating menggunakan taguchi multi respon yang memberikan kesimpulan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas proses elektroplating adalah voltase yang digunakan, waktu reaksi dan suhu reaksi. Guna meningkatkan kualitas hasil lapisan maka diusulkan rancangan dengan kombinasi level faktor, dari

tiga factor dalam proses elektroplating memberikan hasil bahwa guna meningkatkan hasil lapisan maka kombinasi yang baik adalah voltase 6 volt, waktu reaksi 60 menit, dan suhu reaksi 60⁰C.

Topayung, (2011: 101) melakukan penelitian mengenai pengaruh arus listrik dan waktu proses terhadap ketebalan dan massa lapisan yang terbentuk pada proses elektroplating pelat baja. Dengan menggunakan spesimen dari plat baja, penelitian ini berkesimpulan bahwa semakin besar arus listrik dan waktu proses yang digunakan, maka semakin besar pula ketebalan dan massa lapisan yang dapat terbentuk. Dibuktikan dengan ketebalan maksimum lapisan diperoleh pada penggunaan arus listrik sebesar 8 Ampere dari variasi 4A, 6A dan 8A dan waktu proses selama 60 menit, sedangkan ketebalan minimum lapisan diperoleh pada penggunaan arus listrik sebesar 4 Ampere dengan waktu proses selama 30 menit

Deviana, (2014: 182) melakukan penelitian mengenai pengaruh waktu pencelupan dan temperatur proses elektroplating terhadap ketebalan dan kekerasan permukaan baja ST 42 dengan kadar karbon 0.23% atau termasuk dalam jenis baja karbon rendah. Menggunakan bahan material berbentuk silinder dengan diameter 40 mm dan panjang 20 mm. Proses elektroplating ini menggunakan waktu pencelupan 15 menit, 30 menit, dan 45 menit, dengan temperatur 30⁰C, 40⁰C dan 50⁰C. Menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang sangat kuat penggunaan variasi waktu pencelupan dan temperatur proses pelapisan elektroplating terhadap nilai ketebalan permukaan pada baja ST 42. Hasil ketebalan tertinggi sebesar 30,6 μ m terjadi pada temperatur 50⁰C dan dalam waktu pencelupan 45 menit, sedangkan hasil ketebalan terendah sebesar 20,8 μ m terjadi pada temperatur 30⁰ C dan dalam

waktu pencelupan 15 menit.

Yulianto, (2013: 148) melakukan penelitian mengenai analisa pengaruh variasi temperatur proses pelapisan nikel khrom terhadap kualitas ketebalan dan kekerasan pada baja ST 40. Spesimen yang digunakan berbentuk plat dengan ukuran 15 x 4 cm dan ketebalan 5 mm. Variasi temperatur yang dilakukan pada larutan yaitu 40°C, 45°C, 50°C, 55°C dan 60°C. Memiliki kesimpulan bahwa temperatur pelapisan berpengaruh pada tampak fisik, ketebalan lapisan dan kekerasan. Semakin tinggi temperature menghasilkan lapisan yang semakin mengkilap. Temperatur 60°C menghasilkan hasil pelapisan yang paling mengkilap dibandingkan dengan temperatur yang lainnya, namun terjadi penurunan ketebalan pelapisan. Hal ini dikarenakan adanya kejenuhan ion untuk menempel pada spesimen yang mulai timbul pada suhu tertentu.

Febriyanti *et al*, (2017: 86) meneliti tentang pengaruh waktu perendaman dan penambahan konsentrasi nacl (ppm) terhadap laju korosi baja laterit. Bahan spesimen yang digunakan yaitu plat baja dengan ukuran 25 x 20 x 0.55 mm. Memiliki kesimpulan bahwa meningkatnya konsentrasi NaCl (ppm) cenderung meningkatkan laju korosi s/d titik maksimum lalu stabil. Selain itu, pada baja laterite laju korosi dari 2,9 mpy di 200 ppm meningkat mencapai 3,2 mpy di konsentrasi NaCl 300 ppm dan tetap stabil di titik 3,2 mpy pada konsentrasi 400 ppm.

Santoso dan Syamsa, (2007: 29) meneliti tentang pengaruh parameter proses pelapisan nikel terhadap ketebalan lapisan. Dari penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa parameter waktu pelapisan, temperatur dan rapat arus yang

digunakan selama proses pelapisan 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 lapisan nikel yang dihasilkan pada permukaan medali. Dari hasil pengujian diperoleh nilai tertinggi untuk tebal lapisan adalah 82 μm pada 0.42 ampere dengan waktu pelapisan 15 menit dan temperatur pelapisan 60^o C.

Sugiyarta *et al*, (2012: 27) melakukan penelitian pengaruh konsentrasi larutan dan kuat arus terhadap ketebalan pada proses pelapisan nikel untuk baja karbon rendah. Menggunakan baja karbon rendah sebagai substrat dan menyimpulkan bahwa pada konsentrasi 1, besar arus listrik tidak berpengaruh terhadap ketebalan nikel. Pada konsentrasi 2 dan 3, semakin besar arus listrik akan diperoleh hasil lapisan yang makin tebal. Semakin tinggi konsentrasi NiSO₄ dan NiCl₂ maka lapisan nikel akan semakin tebal. Ketebalan minimum diperoleh pada konsentrasi 1 pada arus 55 A yaitu 5,06 μm dan hasil pengukuran tertinggi pada konsentrasi 3 dengan arus 60 A ketebalan 23,26 μm .

Huang *et al*, (2004: 4318) dalam penelitiannya "*Corrosion Resistance Properties Of Electroless Nickel Composite Coatings*" menyimpulkan bahwa ketahanan korosi lapisan nikel pada substrat baja ringan dievaluasi oleh EIS dalam 1,0 N H₂SO₄ dan larutan elektrolit 3% NaCl. Efek dari Ni sangat signifikan dalam meningkatkan sifat permukaan sampel autocatalytic. Hasilnya menunjukkan bahwa: Pelapis komposit pelapisan nikel menunjukkan peningkatan ketahanan korosi yang signifikan baik di atmosfer asam maupun asin. Untuk lapisan komposit kompleks EN-SiC-PTFE, Ni mencolok secara substansial meningkatkan ketahanan

korosi karena peningkatan sifat autokatalitik permukaan dan homogenitas.

Xiang *et al*, (2016: 8) dalam penelitiannya “*Effect of current density on wettability and corrosion resistance of superhydrophobic nickel coating deposited on low carbon steel*”. Memberikan kesimpulan dengan kerapatan arus 6 A / dm², sampel menunjukkan *superhydrophobicity* dengan struktur hirarki, setelah digosok dengan amplas selama 10 kali, masih menunjukkan sudut kontak air yang tinggi, menunjukkan stabilitas mekanis yang baik. Pada saat yang sama, hasil kurva polarisasi potensiasi dan EIS mengungkapkan bahwa lapisan *superhydrophobic* dapat meningkatkan ketahanan korosi LCS secara signifikan, kerapatan arus pelapisan menurunkan laju korosi dari $5,742 \times 10^{-6} \text{ A} \cdot \text{cm}^{-2}$ menjadi $2,022 \times 10^{-7} \text{ A} \cdot \text{cm}^{-2}$.

Narayanan *et al*, (2006: 3445) meneliti tentang “*Deposition of electroless Ni-P graded coatings and evaluation of their corrosion resistance*”. Menyimpulkan bahwa ketahanan korosi yang ditawarkan oleh jenis lapisan yang lebih tinggi lebih baik daripada lapisan P rendah-rendah yang tak terkatalisasi, karena sifat penghalang dari lapisan Ni-medium P dan Ni-high P yang mendasarinya. perlakuan panas pada pelapisan Ni-P cenderung tercampur sehingga batasan lapisan menghilang. Oleh karena itu konsep lapisan elektrolit dinilai Ni-P hanya berlaku dalam kondisi berlapis. Ketahanan korosi menunjukkan elektroless lapisan Ni-P dinilai hanya berlaku dalam kondisi pelapis karena perlakuan panas pada 400⁰C selama 1 jam secara drastis akan mengurangi ketahanan korosi.

Sahoo dan Das, (2011: 1773) melakukan penelitian “*Tribology of electroless nickel coatings – A review*”. Dengan menggunakan penelitian-penelitian

relevan sebelumnya, ia mengkaji mengenai pelapisan nikel dengan listrik. Kesimpulan yang didapat dari penelitiannya adalah bahwa lapisan nikel electroless telah muncul sebagai pelapis yang cocok yang dapat berfungsi sebagai pengganti yang layak untuk elektroplating konvensional dalam situasi yang sesuai. Sifat-sifat mereka seperti kekerasan, gesekan rendah, ketahanan aus dan ketahanan korosi telah menyebabkan penggunaannya dalam aplikasi tribological. Selain itu, deposisi seragam dan kemampuan untuk melapisi bahan apapun telah berfungsi sebagai keuntungan tambahan untuk pengaplikasiannya di berbagai bidang.

Renaud *et al*, (: 1553) dalam penelitiannya "*Surface Alloys Obtained On Mild Steel By Laser Treatment Of Electroless Nickel Coatings*" memberikan kesimpulan yaitu dapat dilakukan pengembangan pelapisan permukaan dengan teknik pelelehan dengan laser dalam pelapisan nikel dengan listrik pada baja karbon rendah. Perlakuan terbaik mengarah ke perilaku korosi yang lebih baik, setidaknya sama baiknya dengan pelapisan nikel dengan listrik, dalam Na_2SO_4 0,1 M yang dideaerasi, diasamkan (pH 3) atau tidak, dan NaCl 30 g / l netral, deaerasi atau larutan yang diangin-anginkan. Ketetapan dan homogenitas paduan sempurna dan tidak ada porositas terjadi.

2.3 Kerangka Pikir

Saat ini sangat banyak dijumpai industri-industri kecil yang ditekuni oleh masyarakat yang salahsatunya adalah bidang pelapisan logam. Para pelaku usaha pelapisan logam biasanya mendapatkan keterampilan atau pengalaman dari tempat kerja sebelumnya atau dari tempat kursus yang membuka pelatihan menjadi

pengusaha elektroplating. Hal tersebut mengakibatkan kurang pahamiya pelaku usaha dalam menghadapi permasalahan apabila terjadi kesalahan dalam pekerjaannya. sebagai contoh hasil pelapisan yang kurang tahan lama atau permukaan yang tidak mengkilap pada hasil pelapisan. Selain itu, pelapisan tidak dapat menghambat korosi yang ada pada spesimen karena lapisan cepat terkelupas. Untuk itu dalam penelitian ini akan meneliti dari beberapa faktor yang mempengaruhi hasil pelapisan logam.

Proses sebelum pelapisan tentu sangat mempengaruhi hasil dari pelapisan tersebut. Jika dilakukan proses prapelapisan dengan benar dan memperhatikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil pelapisan maka kemungkinan kesalahan pada hasil pelapisan dapat terminimalisir. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pelapisan antara lain proses perlakuan prapelapisan, voltase, kuat arus, jarak antara anoda dan katoda, suhu pencelupan, dan konsentrasi larutan yang digunakan serta masih banyak lagi faktor-faktor yang dapat mempengaruhi. Pada penelitian ini, akan melakukan variasi antara suhu pencelupan yaitu 44°C , 55°C dan 66°C serta variasi kuat arus yaitu 6A, 9A dan 12A. Dari kedua fariabel tersebut diharapkan dapat mempengaruhi hasil pelapisan logam menjadi lebih baik dengan dilakukan uji ketahanan hasil pencelupan terhadap laju korosi dengan medium NaCl.

Hasil pengujian laju korosi dapat menjadi simpulan untuk mengetahui fariasi kedua fariabel tersebut terdapat salah satu perpaduan yang memiliki laju korosi terendah. Setelah didapatkan hasil yang terbaik, perpaduan tersebut akan

diterapkan untuk melapisi exhaust knalpot kendaraan yang berbahan dasar pipa baja biasa.

2.4 Hipotesis

Pembuatan kesimpulan sementara/hipotesis dilakukan berdasar pada kajian pustaka yaitu:

1. Ada pengaruh suhu perendaman 44⁰C, 55⁰C dan 66⁰C pada pelapisan nikel terhadap laju korosi baja karbon rendah.
2. Ada pengaruh kuat arus 6A, 9A, dan 12A pada pelapisan nikel terhadap laju korosi baja karbon rendah.
3. Ada pengaruh interaksi antara suhu perendaman 44⁰C, 55⁰C dan 66⁰C dengan kuat arus 6A, 9A, dan 12A pada pelapisan nikel terhadap laju korosi baja karbon rendah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan variasi suhu dan rapat arus pada proses elektrolsting nikel *watts* terhadap laju korosi bahan baja karbon rendah dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Suhu proses pelapisan 44⁰C, 55⁰C, dan 66⁰C dapat mempengaruhi laju korosi baja karbon rendah hasil elektroplating nikel *watts*. Dengan nilai laju korosi terendah berdasarkan pengaruh suhu maka suhu 66⁰C menjadi yang paling berpengaruh mengurangi laju korosi.
2. Rapat arus pada proses pelapisan 5A, 7A, 9A, dan 11A mempengaruhi laju korosi baja karbon rendah hasil elektroplating *nickel watts*. Dengan nilai laju korosi terendah dihasilkan oleh variasi rapat arus 11A. Sehingga dapat dinyatakan bahwa semakin tinggi rapat arus yang diberikan maka semakin rendah rata-rata laju korosi yang dialami baja karbon rendah.
3. Nilai laju korosi paling optimal didapatkan pada kombinasi variasi suhu 66⁰C dan rapat arus 11A yaitu dengan nilai laju korosi $3,51 \times 10^{-2}$ mmpy. Atau setara dengan 1,382 mpy. Dengan demikian perlakuan pelapisan nikel dengan variasi tersebut dapat digunakan untuk membuat knalpot kendaraan yang lebih kuat dalam menahan serangan korosi karena paparan zat korosif dari lingkungan.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan dengan adanya penelitian ini antarlain:

1. Pada proses elektroplating nikel sebaiknya suhu yang diberikan selalu dijaga agar stabil pada rentang kurang / lebih 2°C sehingga hasil pelapisan lebih maksimal.
2. Pada proses elektroplating nikel sebaiknya rapat arus yang digunakan selalu dijaga agar stabil pada rentang kurang lebih 1A sehingga hasil pelapisan menjadi lebih maksimal.
3. Dari hasil elektroplating dengan nilai laju korosi terbaik diharapkan dapat diterapkan pada proses finishing pembuatan knalpot dengan tujuan meningkatkan kualitas knalpot yang tahan korosi meski berada di lingkungan yang korosif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaneme, K.K., S.J. Olusegun, dan A.W. Alo,. 2016. Corrosion Inhibitory Properties Of Elephant Grass (*Pennisetum Purpureum*) Extract: Effect on Mild Steel Corrosion in 1 M Hcl Solution. *Alexandria Engineering Journal*. 55: 1069–1076.
- ASTM G 31-72 Reapproved 2004. Standart Practice for Laboratory Immersion. Corrosion Testing of Metals. *ASTM International*. 1-8.
- ASTM G 1 – 90 Reapproved 1999. Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimens. *ASTM International*. 1-8.
- Bin, Bryan Shi Jie., Y. T. Tan, K. S. Fong, dan M. J. Tan. 2017. Effect Of Severe Plastic Deformation And Post-Annealing On The Mechanical Properties And Bio-Corrosion Rate Of AZ31 Magnesium Alloy. *Procedia Engineering International Conference on the Technology of Plasticity*. Cambridge Of University. United Kingdom. 1475–1480.
- Brimie, Marjorie A, dan J. R. Luck. 1965. Electrofinishing. New York; American Elsevier Publishing Company, Inc.
- Cahyadi, D., dan Puspita, D. F. 2016. Ketahanan Korosi Meter Air Berlogo SNI. *Jurnal Standardisasi*. 17(3): 207-212.
- Darmawan, A. S., Okariawan, I. D. K., dan Sari, N. H. 2015. Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik Dan Waktu Proses Electroplating Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan Dan Ketebalan Lapisan Pada Baja Karbon Rendah Dengan Krom. *Dinamika Teknik Mesin*, 5(2): 66-71.
- Deviana, Ratih., dan A. M. Sakti. 2014. Pengaruh Waktu Pencelupan Dan Temperatur Proses Elektroplating Terhadap Ketebalan Dan Kekerasan Permukaan Baja St 42. *JTM* 3(1): 176-183.
- Di Bari, George. A. 2000. Electrodeposition Of Nickel. *Modern electroplating*. 5. 79-114.
- Dwilaksono, Adrian., H. Supomo, dan Triwilaswandio. 2013. Analisis Pengaruh Salinitas Dan Temperatur Air Laut Pada Wet Underwater Welding Terhadap Laju Korosi. *Jurnal Teknik Pomits* 2(1): 95-99.
- Febriyanti, Eka., A. Suhadi, dan J. Wahyuadi. 2017. Pengaruh Waktu Perendaman Dan Penambahan Konsentrasi Nacl (Ppm) Terhadap Laju Korosi Baja Laterit. *Jurnal Mesin Teknologi (SINTEK Jurnal)* 11(2): 79-87.

- Ferdiansyah, Ervan. 2013. Ilmu Bahan Teknik 1. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Hadi, Syafrul. 2015. Pengaruh Pelapisan Nikel (Ni) Terhadap Laju Korosi Pada Impeller Pompa. *Jurnal Momentum* 17(1): 73-77.
- Harmanto, Sri. 2014. Pengaruh Arus Dan Waktu Pelapisan Nikel Dan Tembaga Terhadap Kekerasan Coran Aluminium. *Rekayasa Mesin*. 11(3). 78-82
- Huang, Y. S., Zeng, X. T., Hu, X. F., dan Liu, F. M. (2004). Corrosion Resistance Properties Of Electroless Nickel Composite Coatings. *Electrochimica Acta*, 49(25): 4313-4319.
- Jia, Y., H.B. Bian, G. Duveau, dan J. F. Shao. 2017. Parametric Study Of Thermo-Hydro-Mechanical Response Of Claystone With Consideration Of Steel Corrosion. *Journal Of Rock Mechanics And Geotechnical Engineering*. 9: 449-462.
- Khumaedi, M. 2018. Pemberdayaan Profesionalisme Guru Sekolah Menengah Kejuruan Dalam Analisis Statistik Penelitian Eksperimen. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*. 17(1): 32-37.
- Malau, Viktor., dan N. S. Luppa. 2011. Pengaruh Variasi Waktu Dan Konsentrasi Larutan *NaCl* Terhadap Kekerasan Dan Laju Korosi Dari Lapisan Nikel *Elektroplating* Pada Permukaan Baja Karbon Sedang. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-2*. Universitas Wahid Hasyim. Semarang. 147-152.
- Mulyaningsih, Nani. 2017. Peningkatan Kualitas Produk Industri Kecil Peralatan Rumah Tangga Dengan Pelapisan Logam. *Prosiding seminar nasional multi disiplin ilmu & call for papers unisbank ke-3(sendi_u 3)*. Universitas tidar. Magelang. 202-206.
- Murabbi, Abdul Latif., dan Sulistijono. 2012. Pengaruh Konsentrasi Larutan Garam Terhadap Laju Korosi Dengan Metode Polarisasi Dan Uji Kekerasan Serta Uji Tekuk Pada Plat Bodi Mobil. *Jurnal Teknik Pomits* 1(1): 1-5
- Nady, J. El., A. B. Kashyout, Sh. Ebrahim, dan M. B. Soliman. 2016. Nanoparticles Ni Electroplating and Black Paint For Solar Collector Applications. *Alexandria Engineering Journal*. 55: 723-729.
- Narayanan, T. S., Baskaran, I., Krishnaveni, K., dan Parthiban, S. 2006. Deposition Of Electroless Ni-P Graded Coatings And Evaluation Of Their Corrosion Resistance. *Surface and Coatings Technology*, 200(11), 3438-3445.
- Niam A, M. Yusrul., H. Purwanto dan S. M. B. Respati. 2017. Pengaruh Waktu

Pelapisan Elektro Nikel-Khrom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan Dan Kekasaran Lapisan. *Momentum* 13(1): 7-10.

Nindhia, Tjokorda Gde Tirta., I. P. W. Semara, I. W. P. Adnyana, dan I. P. G. Artana. 2014. Analisis Kegagalan Korosi pada Tangki Penyimpan Air Panas Terbuat dari Baja Nirkarat. *Jurnal Energi dan Manufaktur* 7(1): 51-56.

Nursubiyantoro, Eko. 2005. Optimasi Proses Electroplating Menggunakan Taguchi Multirespon. *Proceeding Seminar Nasional Optimasi Sistem Industri 2005*. Universitas Pembangunan Nasional. Yogyakarta. 343-350.

Pamungkas, Indrawan Satoto. 2007. Menjadi Pengusaha Electroplating Chrome. Yogyakarta: Andi Offset.

Paridawati. 2015. Tingkat Laju Korosi Knalpot Kendaraan Type C 100 Produksi Industri Kecil Di Kabupaten Purbalingga. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Universitas Islam* 45. Bekasi 3(2): 127-132.

Pujiyantono, Achmad Najib. 2016. Pengaruh Variasi Waktu Pelapisan Baja Karbon Rendah Dengan Seng Melalui Metode *Hot Dip Galvanizing*. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang.

Purwoko, Akhmad Arif. 2016. Pengaruh Variasi Kuat Arus Pada Proses Electroplating terhadap Tebal, Berat dan Struktur Mikro Lapisan Seng. *Skripsi*. Jurusan Teknik mesin universitas negeri semarang. Semarang.

Putri, Andrisel., dan S. Handani. 2015. Karakterisasi Sifat Mekanik Hasil Electroplating Nikel Karbonat (NiCo₃) Pada Tembaga (Cu). *Jurnal Fisika Unand* 4(1): 83-90.

Renaud, L., Fouquet, F., Elhamdaoui, A., Millet, J. P., Mazille, H., dan Crolet, J. L. 1990. Surface Alloys Obtained On Mild Steel By Laser Treatment Of Electroless Nickel Coatings. *Acta Metallurgica et Materialia*, 38(8): 1547-1553.

Ridlwan, A Suyuti., Hadromi. 2016. Pengaruh Jarak Anoda Katoda Teknik Electroplating Seng Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Hasil Lapisan. *Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang*.

Riszki, Trivina Ira., dan Harmami, H. 2015. Pengaruh Suhu terhadap Kualitas Coating (Pelapisan) Stainless Steel Tipe 304 dengan Kitosan secara Elektroforesis. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(1): C17-C20.

Rusmardi dan Feidihal. 2006. Analisis Persentase Kandungan Karbon Pada Logam

- Baja. *Jurnal Teknik Mesin* 3(1): 35-43.
- Sahoo, P., dan Das, S. K. 2011. Tribology of electroless nickel coatings—a review. *Materials & Design*, 32(4): 1760-1775.
- Santhiarsa, N. 2016. Pengaruh Temperatur Larutan dan Waktu Pelapisan Elektroless Terhadap Ketebalan Lapisan Metal Dipermukaan Plastik ABS. *Prosiding Konferensi Nasional Engineering Perhotelan VII*. 4(1): 1-7.
- Santoso, Bambang., dan M. Syamsa. 2007. Pengaruh Parameter Proses Pelapisan Nikel Terhadap Ketebalan Lapisan. *JURNAL TEKNIK MESIN*. Universitas Jenderal Achmad Yani. Bandung. 9(1): 25-30.
- Smallman, R. E., dan R. J. Bishop. 1999. *Modern Physical Metallurgy & Materials Engineering. Sixth Edition*. Terjemahan S. Djaprie. 2000. Metalurgi Fisik Modern Dan Rekayasa Material. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sudana, I Made., I. A. A. Arsani, dan I. G. N. S. Waisnawa. 2014. Alat Simulasi Pelapisan Logam Dengan Metode Elektroplating. *Jurnal Logic* 14(3): 190-198.
- Sugiyarta, S., Bayuseno, A. P., dan Sri N. (2012). Pengaruh Konsentrasi Larutan Dan Kuat Arus Terhadap Ketebalan Pada Proses Pelapisan Nikel Untuk Baja Karbon Rendah. *ROTASI*, 14(4): 23-27.
- Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Kombinasi (Mixed Methods). Cetakan ke-6. Bandung: Alfabeta.
- Surdia, Tata., dan S. Saito. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Sutomo, Senen, dan Rahmat. 2006. Pengaruh Arus Dan Waktu Pada Pelapisan Nikel Dengan Elektroplating Untuk Bentuk Plat. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. 12-20.
- Tahu, Feliks., E. U. K. Maliwemu, dan I. S. Limbong. 2015. Pengaruh Tegangan Listrik dan Waktu Terhadap Kekerasan Mikro Pelapisan Nikel-Krom Pada Produk Pengecoran Aluminium Bekas (*Scrap*). *LONTAR Jurnal Teknik Mesin Undana* 2(2): 27-36.
- Topayung, Daud. 2011. Pengaruh Arus Listrik Dan Waktu Proses Terhadap Ketebalan Dan Massa Lapisan Yang Terbentuk Pada Proses Elektroplating Pelat Baja. *Jurnal Ilmiah Sains* 11(1): 97-101.

- Wibowo, Adi Catur. 2016. Pengaruh Variasi Waktu Proses *Hard Chrome* Pada *Washer (Ring)* Terhadap Ketebalan Dan Kekerasan Lapisan. *Skripsi*. Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Xiang, T., Ding, S., Li, C., Zheng, S., Hu, W., Wang, J., dan Liu, P. 2017. Effect Of Current Density On Wettability And Corrosion Resistance Of Superhydrophobic Nickel Coating Deposited On Low Carbon Steel. *Materials & Design*. 114. 65-72.
- Yulianto, Sudarmono Rizki., E. Widodo. 2013. Analisa Pengaruh Variasi Temperatur Proses Pelapisan Nikel Khrom Terhadap Kualitas Ketebalan Dan Kekerasan Pada Baja St 40. *Proceeding Call For Paper – Snft Umsida*. Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Sidoarjo. 145-149.
- Zakaria, Zilfirdausi Ahla., Harmami, dan I. Ulfan. 2016. Efisiensi Inhibisi *L-citrulline* pada Korosi *Tinplate* dalam Media NaCl. *Jurnal Sains Dan Seni Its* 5(1): 14-16.

<https://lindrakimiapasca.wordpress.com/kelas-xii-2/30-2/korosi/>