



**PENGARUH HASIL *ELECTROPLATING* KROM TERHADAP
LAJU KOROSI PADA JARI-JARI RODA SEPEDA MOTOR
YANG TELAH DILAPIS NIKEL**

SKRIPSI



Oleh:
Deni Windra Ryan Putra
1503035069

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2021**

**PENGARUH HASIL *ELECTROPLATING* KROM
TERHADAP LAJU KOROSI PADA JARI-JARI RODA
SEPEDA MOTOR YANG TELAH DILAPIS NIKEL**

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Mesin



Oleh:
Deni windra Ryan Putra
1503035069

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH HASIL *ELECTROPLATING* KROM TERHADAP LAJU
KOROSI PADA JARI-JARI RODA SEPEDA MOTOR YANG TELAH
DILAPIS NIKEL

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik

Oleh:
Deni Windra Ryan Putra
1503035069

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 3 Juli 2021

Pembimbing Skripsi



Rifky, S.T., M.M.
NIDN. 0305046501

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Delvis Agusman, S.T., M.Sc.
NIDN. 0311087002

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH HASIL *ELECTROPLATING* NIKEL-KROM TERHADAP LAJU KOROSI PADA JARI-JARI RODA SEPEDA MOTOR

SKRIPSI

Oleh:
Deni Windra Ryan Putra
1503035069

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 27 Juli 2021

Pembimbing Skripsi



Rifky, S.T., M.M.
NIDN. 0305046501

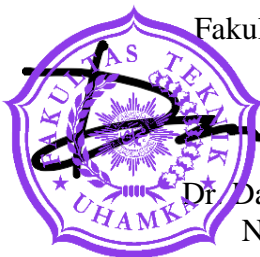
Penguji-1



Drs. M Yusuf Djeli, M.M., M.T.
NIDN. 0330016001

Mengesahkan,
Dekan

Fakultas Teknik UHAMKA



Dr. Dan Mugisidi, S.T., M.Si
NIDN. 0301126901

Penguji-2



Yos Novendri, S.Pd., MSME
NIDN. 0319027901

Mengetahui,
Ketua Program Studi



Delvis Agusman, S.T., M.Sc.
NIDN. 0311087002

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan

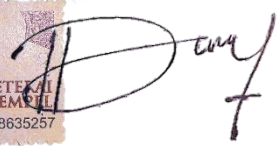
Nama : Deni Windra Ryan Putra
NIM : 1503035069
Judul skripsi : Pengaruh hasil *electroplating* krom terhadap laju korosi pada jari-jari roda sepeda motor yang telah dilapis nikel

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 3 Juli 2021




Deni Windra Ryan Putra

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA untuk memperoleh gelar sarjana.

Penulis menyadari penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, bimbingan dan perhatian berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan dukungan, semangat dan motivasi kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan ini dengan pantang menyerah.
2. Bapak Delvis Agusman ST.,M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
3. Bapak Rifky S.T.,M.M. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan petunjuk, arahan dalam penulisan skripsi yang telah dibuat.
4. Seluruh teman-teman Teknik Mesin khususnya angkatan 2015 yang telah memotivasi saya untuk terus berjuang menyelesaikan semua perkuliahan dan skripsi ini dengan baik.
5. Ria Aprianti yang telah memberi semangat, motivasi dan perhatian selama kuliah sekaligus dalam penelitian dan penulisan saya selesai.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kekurangan dan jauh dari kata sempurna untuk itu saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang sangat membangun. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat semua.

Penulis



Deni Windra Ryan Putra

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Deni Windra Ryan Putra

NIM : 1503035069

Program Studi : Teknik Mesin

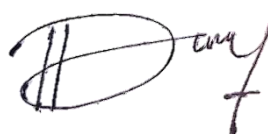
Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

Pengaruh hasil *elektroplating* krom terhadap laju korosi pada jari-jari roda
sepeda motor yang telah dilapis nikel

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, Juli 2021



Deni Windra Ryan Putra

ABSTRAK

Pengaruh Hasil *Electroplating* Nikel-Krom Terhadap Laju Korosi Pada Jari-Jari Roda Sepeda Motor

Deni Windra Ryan Putra

Proses *electroplating* nikel-krom merupakan proses lapis listrik yang banyak digunakan di industri dan pada konstruksi yang berhubungan dengan lingkungan yang korosif. Korosi adalah proses perusakan material yang disebabkan adanya reaksi dari lingkungan yang berupa kelembaban, pencemaran udara dan adanya interaksi logam pada zat yang bersifat korosif seperti air, udara, dan larutan elektrolit. Salah satu komponen mesin yang sarat dengan kondisi korosif adalah bagian roda terutama pelek dan jari-jari. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh hasil *electroplating* nikel-krom terhadap laju korosi pada jari-jari roda sepeda motor. Dalam penelitian ini digunakan proses pelapisan yang menggunakan larutan nikel-krom dengan tegangan 7 V, kuat arus 4 A, dan variasi waktu pencelupan 15 menit, 45 menit, dan 75 menit. Pengujian ketahanan korosi yang dilakukan dengan metode kehilangan berat (*immersion test*) dimana jari-jari roda sepeda motor yang sudah dilakukan pelapisan *electroplating* nikel-krom direndam dalam cairan NaCl 3% dengan lama waktu perendaman/pencelupan selama 48 jam. Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan diperoleh nilai laju korosi dengan variasi waktu 15 menit menghasilkan laju korosi sebesar 347,140 mpy, pada pelapisan dengan variasi waktu 45 menit menghasilkan laju korosi sebesar 236,889 mpy, sedangkan pada pelapisan dengan variasi waktu 75 menit menghasilkan laju korosi sebesar 222,657 mpy. Hasil pengujian laju korosi (mpy) menunjukkan bahwa semakin lama waktu pencelupan pelapisan nikel-krom menghasilkan penurunan laju korosi yang terjadi.

Kata kunci: laju korosi, *electroplating*, pelapisan nikel-krom

The Effect of Nickel-Chrome Electroplating Results on the Corrosion Rate of Motorcycle Wheel Spokes

Deni Windra Ryan Putra

The nickel-chrome electroplating process is an electroplating process that is widely used in industry and in construction associated with corrosive environments. Corrosion is a process of material destruction caused by reactions from the environment in the form of humidity, air pollution and the presence of metal interactions with corrosive substances such as water, air, and electrolyte solutions. One of the engine components that are loaded with corrosive conditions is the wheel, especially the rims and spokes. The purpose of this study was to determine the effect of nickel-chrome electroplating results on the corrosion rate on the spokes of a motorcycle. In this study, a plating process was used using a nickel-chrome solution with a voltage of 7 V, a strong current of 4 A, and a variation of immersion time of 15 minutes, 45 minutes, and 75 minutes. Corrosion resistance testing was carried out using the immersion test method in which the spokes of a motorcycle that had been electroplated with nickel-chrome electroplating were immersed in 3% NaCl liquid for 48 hours of immersion / immersion time. From the results of the research that has been done, it is obtained that the corrosion rate value with a time variation of 15 minutes results in a corrosion rate of 347.140 mpy, the coating with a time variation of 45 minutes produces a corrosion rate of 236.889 mpy, while the coating with a time variation of 75 minutes produces a corrosion rate of 222.657 mpy. . The corrosion rate (mpy) test results show that the longer the immersion time the nickel-chrome coating results in a decrease in the corrosion rate that occurs.

Keywords: corrosion rate, *electroplating*, nickel-chrome coating

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	II
PERNYATAAN KEASLIAN	IV
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	VI
ABSTRAK	VII
DAFTAR TABEL	XII
DAFTAR GAMBAR	XIII
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2. DASAR TEORI	4
2.1 <i>Electroplating</i>	4
2.1.1 Klasifikasi <i>Electroplating</i>	5
2.1.2 Prinsip Kerja <i>Electroplating</i>	6
2.1.3 Proses Pelapisan Dengan Cara Listrik	7
2.2 Jari-Jari Sepeda Motor	9
2.3 Besi dan Baja	10
2.3.1 Jenis Baja Karbon	10
2.4 Pelapisan Nikel	11
2.4.1 Jenis <i>Electroplating</i> Nikel	12
2.4.2 Jenis Larutan Elektrolit Nikel	13
2.4.3 Proses Pelapisan Nikel	14
2.5 Pelapisan Krom (<i>Chromium</i>)	18
2.5.1 Pelapisan Krom Dekoratif	18

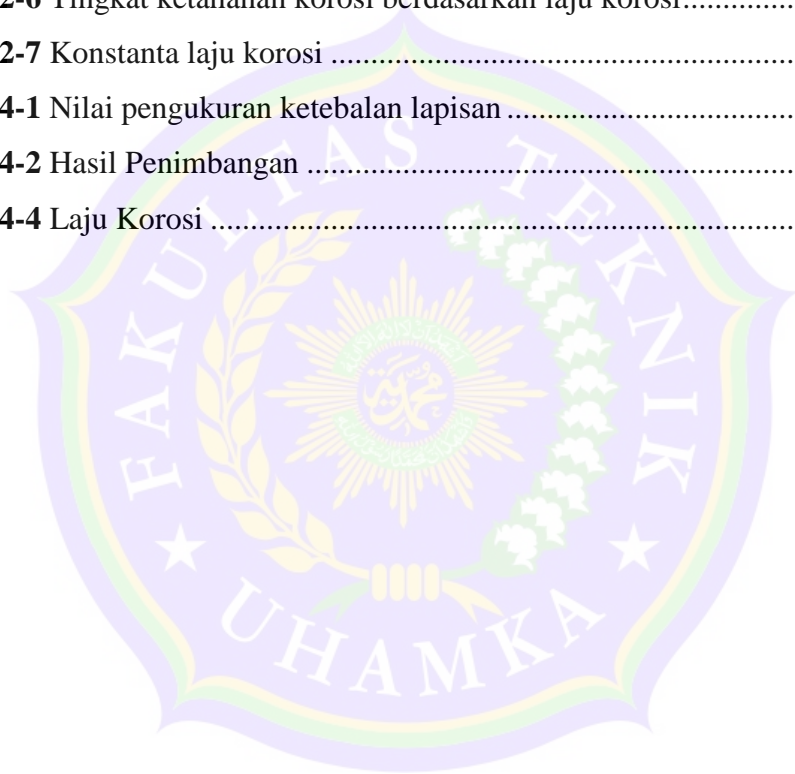
2.5.2	Pelapisan Krom Keras (<i>Hard Chrome</i>)	19
2.5.3	Jenis Larutan Elektrolit Krom	20
2.5.4	Kondisi Operasi Pelapisan Krom	20
2.6	Karakteristik Hasil <i>Electroplating</i> pada Logam.....	23
2.6.1	Ketebalan.....	23
2.6.2	Struktur Mikro.....	24
2.6.3	Daya Lekat	24
2.6.4	Ketahanan Korosi	26
2.7	Proses Korosi.....	26
2.7.1	Laju Korosi Metode Kehilangan Berat	28
BAB 3.	METODOLOGI	31
3.1	Alur Penelitian.....	31
3.2	Alat dan Bahan	32
3.2.1	Alat-alat	32
3.2.2	Bahan-bahan	32
3.3	Prosedur Penelitian.....	33
3.3.1	Tahap Awal Penelitian	33
3.3.2	Tahap Persiapan Alat dan Bahan.....	33
3.3.3	Proses Pelapisan Nikel-Krom.....	33
3.3.4	Tahap Pegujian laju korosi	33
3.3.5	Tahap Pengumpulan Data.....	34
3.3.6	Tahap Pengolahan Data.....	34
3.4	Tempat dan Waktu Penelitian	35
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1	Hasil Penelitian.....	36
4.1.1	Hasil Pengukuran Ketebalan Lapisan.....	36
4.1.2	Hasil Pengujian Laju Korosi	36
4.2	Pembahasan	36
4.2.1	Pengaruh Waktu Pelapisan terhadap Tebal Hasil Lapisan	36

4.2.2	Struktur Makro Hasil Pelapisan.....	38
4.2.3	Struktur Mikro Hasil Pelapisan	40
4.2.4	Ketahanan Korosi Hasil Pelapisan	42
BAB 5.	SIMPULAN	46
5.1	Simpulan.....	46
5.2	Saran	46
	DAFTAR REFERENSI	48
	LAMPIRAN	50



DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Klasifikasi pelapisan nikel	12
Tabel 2-2 Komposisi dan kondisi operasi larutan <i>nickel strike</i> dan <i>Watt's</i>	13
Tabel 2-3 Komposisi dan kondisi operasi larutan nikel mengkilap (<i>Bright Nickel</i>)	14
Tabel 2-4 Komposisi dan kondisi operasi larutan nikel hitam (<i>Black Nickel</i>).....	14
Tabel 2-5 Komposisi dan kondisi operasi larutan krom.....	20
Tabel 2-6 Tingkat ketahanan korosi berdasarkan laju korosi.....	28
Tabel 2-7 Konstanta laju korosi	30
Tabel 4-1 Nilai pengukuran ketebalan lapisan	36
Tabel 4-2 Hasil Penimbangan	36
Tabel 4-4 Laju Korosi	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Rangkaian proses pelapisan dengan cara listrik.....	6
Gambar 2-2	Pengaruh pH terhadap sifat-sifat lapisan nikel.....	16
Gambar 2-3	Pengaruh arus terhadap sifat-sifat lapisan nikel.....	17
Gambar 2-4	Pengaruh temperatur terhadap sifat-sifat lapisan nikel.....	17
Gambar 2-5	Hubungan rapat arus dengan temperatur pada pelapisan krom.....	21
Gambar 2-6	Hubungan efisiensi arus dengan katalis larutan krom dekoratif.....	22
Gambar 2-7	Hubungan konsentrasi <i>chromic acid</i> (CrO_3).....	23
Gambar 2-8	Alat perendaman korosi.....	29
Gambar 3-1	Diagram alir penelitian.....	31
Gambar 4-1	Grafik tebal hasil lapisan.....	37
Gambar 4-2	Pengamatan struktur makro dengan waktu pencelupan 15 menit...	39
Gambar 4-3	Pengamatan struktur makro dengan waktu pencelupan 45 menit...	39
Gambar 4-4	Pengamatan struktur makro dengan waktu pencelupan 75 menit...	40
Gambar 4-5	Pengamatan foto struktur mikro pencelupan dengan waktu 15 menit	41
Gambar 4-6	Pengamatan foto struktur mikro pencelupan dengan waktu 45 menit	41
Gambar 4-7	Pengamatan foto struktur mikro pencelupan dengan waktu 75 menit	42
Gambar 4-8	Grafik laju korosi.....	44

DAFTAR NOTASI

No.	Uraian	Notasi	Satuan
1.	Berat zat yang terbentuk	B	g
2.	Berat ekuivalen krom (berat atom suatu unsur dibagi valensi unsur tersebut)	e	8,666
	Berat ekuivalen nikel (berat atom suatu unsur dibagi valensi unsur tersebut)	e	29,346
3.	Bilangan Faraday (jumlah arus yang diperlukan untuk membebaskan sejumlah gram ekuivalen suatu zat)	F	96.500C
4.	Waktu	t	s
5.	Jumlah arus yang mengalir	I	A
6.	Jumlah tegangan	V	V
7.	Jumlah tahanan	R	Ω
8.	Konstanta	K	$3,45 \times 10^6$ mpy
9.	Kehilangan berat	W	g
10.	Densitas	D	g/cm^3
12.	Luas permukaan	A	cm^2

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A <i>Rectifer</i>	50
LAMPIRAN B Pengait Material	51
LAMPIRAN C Temperatur Digital	52
LAMPIRAN D Bak Larurat Elektrolit.....	53
LAMPIRAN E Neraca Digital.....	54
LAMPIRAN F Jari-jari Sepeda Motor	55
LAMPIRAN G Larutan Nikel	56
LAMPIRAN H Larutan Krom.....	57
LAMPIRAN I Larutan HCL.....	58
LAMPIRAN J Larutan NaCl 3%.....	59
LAMPIRAN K Proses Pengujian Laju Korosi	60
LAMPIRAN L Proses Pengujian <i>Thickness</i> , Struktur Makro Dan Mikro	61
LAMPIRAN M Hasil Pengujian Laju Korosi	62

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jari-jari sepeda motor (*spokes*) yang digunakan untuk penopang pelek ataupun roda sepeda motor dapat mengalami korosi. Korosi yang terjadi dapat diakibatkan oleh kandungan zat kimia pada air yang tercemar dan kandungan garam yang ada pada air hujan. Korosi pada jari-jari sepeda motor (*spokes*) dapat menyebabkan terjadinya penyusutan kekuatan serta mengurangi usia pakai roda sepeda motor sehingga dapat mengurangi jaminan keselamatan muatan benda dan penumpang sepeda motor. Jari-jari sepeda motor yang terpapar korosi menyebabkan penampilan kurang menarik di mata pengguna sepeda motor (Ramadani & Sakti, 2017)

Korosi merupakan salah satu proses penghancuran material karena adanya suatu respon antara logam dengan lingkungan. Besi merupakan logam yang mudah berkarat. Peristiwa korosi yang terjadi pada logam dan paduan kerap kali merupakan peristiwa yang membutuhkan kepedulian yang sungguh-sungguh, sebab peristiwa ini berkaitan dengan umur pakai suatu bahan. Terlebih dalam hal tertentu, proses korosi yang tidak terawasi dan tidak terkendalikan dapat menimbulkan bencana pada suatu instalasi (Suratman, 2001).

Salah satu metode untuk menghindari korosi yakni dengan metode *electroplating* (Adnan et al., 2018). *Electroplating* (pelapisan dengan listrik) logam sering digunakan sebagai sarana untuk memberikan lapisan tipis pada permukaan logam lain ataupun sebagai sarana untuk memberikan lapisan tipis pada permukaan logam lain ataupun substrat dengan memakai logam yang mempunyai keunggulan dari segi properti dan ketahanan terhadap korosi. Nikel dapat digunakan sebagai pelapis karena sifatnya yang protektif serta dekoratif apabila dikombinasikan dengan krom (Ahmadi & Dewi, 2013).

1.2 Perumusan Masalah

Korosi pada jari-jari sepeda motor terjadi karena interaksinya dengan lingkungan. Oleh karena itu untuk menghambat laju korosi pada jari-jari roda sepeda motor dibutuhkan proses pelapisan. Dengan demikian dapat dirumuskan masalahnya, bahwa proses lapis listrik nikel-krom digunakan untuk menghambat laju korosi pada jari-jari sepeda motor.

1.3 Batasan Masalah

Proses pelapisan listrik logam bermacam-macam metode dan material yang digunakan. Pada penelitian ini dilakukan pembatasan ruang lingkup penelitian pelapisan listrik logam yang menggunakan nikel-krom. Untuk lebih rincinya batasan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Material penelitian yang digunakan adalah jari-jari Sepeda Motor
2. Tegangan pada proses *electroplating* sebesar 7 V
3. Kuat arus pada proses *electroplating* sebesar 4 A
4. Temperatur larutan nikel 52°C
5. pH larutan nikel 4.5
6. Rapat arus larutan nikel 2.5 A/dm²
7. Temperatur larutan krom 52°C
8. Rapat arus larutan krom 2.5 A/dm²
9. Pelapisan nikel sebagai lapisan dasar
10. Waktu lama pelapisan krom 15 menit, 45 menit , dan 75 menit
11. Media pengkorosian yaitu NaCl 3%.
12. Volume media pengkorosian yaitu 530 mL.
13. Temperatur pengkorosian 41°C.
14. Metode pengujian korosi dengan *immersion test* (kehilangan berat) (ASTM International G 31 - 72 (Reapproved), 2004).
15. Waktu pengkorosian 48 jam (ASTM International G 31 - 72 (Reapproved), 2004)

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian proses pelapisan listrik nikel-krom ini memiliki tujuan, sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh waktu proses pelapisan terhadap karakteristik pelapisan.
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu proses pelapisan terhadap laju korosi hasil pelapisan.
3. Untuk mendapatkan waktu proses pelapisan yang sesuai dalam menghasilkan pelapisan dengan laju korosi yang paling rendah.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian yang akan dilaksanakan adalah sebagai berikut:

1. Berkontribusi dalam pengembangan teknologi pelapisan logam menggunakan listrik dengan material pelapis nikel-krom.
2. Menambah bahan referensi tentang penelitian pelapisan listrik nikel-krom
3. Menambah pengetahuan tentang pelapis nikel-krom.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan skripsi ini sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan, berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.
2. Bab 2 Dasar Teori, berisi tinjauan pustaka mengenai pelapisan logam secara listrik (*electroplating*), laju korosi kehilangan berat.
3. Bab 3 Metodologi, berisi desain penelitian, bahan yang digunakan, mesin dan alat yang digunakan, metode penelitian, tempat penelitian, prosedur pelaksanaan penelitian.
4. Bab 4 Hasil dan Pembahasan, berisi data hasil pengujian dan analisa hasil pengukuran laju korosi dari proses pelapisan yang dilakukan.
5. Bab 5 Simpulan, berisi simpulan dan saran yang diambil dari penelitian yang dilakukan.

DAFTAR REFERENSI

- Adnan, M., Noerochim, L., & Nurdiansah, H. (2018). Pengaruh Variasi Waktu Pencelupan terhadap Ketebalan, Kekerasan dan Ketahanan Korosi Hasil Electroplating Nikel-Hard Krom pada Baja AISI 4340. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2), 2301–9271.
- Afandi, Y. K., Arief, I. S., & Amiadji. (2015). Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating. *Jurnal Teknik Its*, 4(1), 1–5.
- Ahmadi, & Dewi, C. A. (2013). The Effect of Electric Flow on Decorative Chrome Electroplating with Copper Base Metal toward Corrosion Rate. *Jurnal Pengkajian Dan Pembelajaran Matematika Dan IPA*, 1(2), 134–138. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v1i2.1010>
- Apriambudi, A. D. (2019). Pengaruh Variasi Waktu dan Konsentrasi Larutan terhadap Kekerasan Lapisan Nikel Electroplating pada Baja Karbon Rendah. *Skripsi*.
- ASTM International G 31 - 72 (Reapproved). (2004). Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals. *Annual Book of ASTM Standards*.
- Azhar A.Saleh. (2014). *Electroplating Teknik Pelapisan Logam dengan Cara Listrik*.
- Femiana Gapsari. (2017). *Pengantar Korosi*. UB Press.
- HD, A. N. S., & Suheli. (2015). Sifat Fisis dan Mekanis Lapisan Nikel-Chromium pada Permukaan Baja AISI 410. *Prosiding SNST Ke-6 Tahun 2015*, 48–54.
- Kirono, S., & Purnomo, A. (2017). *Analisa Karakteristik Material Spoke Wheel dengan Cast Wheel pada Pelek Sepeda Motor*. 27–36.
- Manurung, C. (2017). *Pengaruh Kuat Arus terhadap Ketebalan Lapisan dan Laju Korosi (mpy) Hasil Electroplating Baja Karbon Rendah dengan Pelapis Nikel*.
- Novianto, E. (2018). *Studi Pelapisan Krom pada Baja Karbon dengan Arus 5 Ampere dan Variasi Tegangan 3, 6, 7.5, 9, 12 volt dengan Waktu Pencelupan 50 menit*.
- Raharjo, S., Rubiyanto, & Jp. (2008). Analisa Korosi pada Jeruji Sepeda Motor Secara Visual. *Jurnal Unimus*, 8(1), 8–14.

- Ramadani, A., & Sakti, A. mahendra. (2017). Analisis Perbedaan Laju Korosi Material Jari-Jari Sepeda Motor (Spokes) pada Berbagai Media Air yang Berkonsentrasi Asam di Daerah Perindustrian. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 6(01), 52–57.
- Rifky. (1993). Study Karakteristik Hasil Lapis Nikel Kilap pada Baja SPCC yang Telah Dilapis dengan Lapis Nikel Semi Kilap. *Skripsi Jurusan Metalurgi Fakultas Teknik Universitas Indonesia*, 1–59.
- Santoso, M. (2020). Laju Korosi Pelapisan Krom Dan Nikel Dengan Proses Elektroplating pada Baja Karbon Rendah terhadap Variasi Waktu. *Skripsi*.
- Schlesinger, M., & Paunovic, M. (2010). Modern Electroplating. In *Modern Electroplating* (Fifth Edit). Jhon Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. <https://doi.org/10.1002/9780470602638>
- Setyahandana, B., & Christianto, Y. E. (2017). Pengaruh Hard Chrome Plating pada Peningkatan Kekerasan Baja Komponen Kincir. *Jurnal Teknologi*, 12(1), 26–35.
- Sudana, I. M., Ida Ayu Anom Arsani, & Waisnawa, I. G. . S. (2014). Alat Simulasi Pelapisan Logam dengan Metode Elektroplating. *Jurnal Logic*, 14(3), 190–198.
- Sukarjo, H., & Pani, S. (2018). Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik dan Waktu Electroplating Nikel-Chrome terhadap Ketebalan Lapisan pada Permukaan Baja Karbon Rendah. *Jurnal Engine*, 2(1), 18–25.
- Suratman, R. (2001). Karakteristik Korosi Aluminium dan Baja Tahan Karat. *Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology*, II, 27–38.
- Umang, K. K. (2011). *Laju Korosi Baja Terelektroplating di Lingkungan Air Laut*. 18.
- Wahyuningsih, U., Rusjdi, H., & Sulistiyo, E. (2017). Penanggulangan Korosi Pada Pipa Gas dengan Metode Cathodic Protection (Anoda Korban) Pt Pgn Solution Area Tangerang. *Jurnal Power Plant*, 5(1), 40–50. <https://doi.org/10.33322/powerplant.v5i1.109>
- Yusmanto, A. dwi. (2018). Pengaruh Jarak Anoda Katoda dan Lama Waktu Pelapisan Proses Elektroplating Nikel terhadap Kekerasan dan Ketebalan Lapisan Material Baja AISI 304. *Skripsi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang*.