

TUGAS AKHIR
STUDI PERBANDINGAN LAPISAN HASIL ELEKTROPLATING Ni-Cr
DAN Cr PADA BAJA AISI 1010

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Teknik*



DISUSUN OLEH :

NAMA : SAEFUL HIDAYAT

NPM : 133310072

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU

2019

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

STUDI PERBANDINGAN KUALITAS LAPISAN HASIL
ELEKTROPLATING Ni-Cr DAN Cr PADA BAJA AISI 1010



Disusun Oleh :

SAEFUL HIDAYAT
133310072

Diperiksa Dan Disetujui Oleh :

Dr. KURNIA HASTUTI, ST., MT
Dosen Pembimbing

Tanggal : 5/12 - 2015

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

STUDI PERBANDINGAN KUALITAS LAPISAN HASIL
ELEKTROPLATING Ni-Cr DAN Cr PADA BAJA AISI 1010

Disusun Oleh :

SABTU HIDAYAT
133310072

Disetujui Oleh :

PEMBIMBING

Dr. KURNIA HASTUTI, ST., MT.

Disahkan Oleh :

DEKAN FAKULTAS TEKNIK

KETUA PROGRAM STUDI
TEKNIK MESIN

Ir. RAHMAT KUDUSZAINI, MT., MS., TR

DODY YULIANTO, ST., MT



PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang saya lakukan untuk Tugas Akhir dengan judul “**Studi Perbandingan Lapisan Hasil Elektroplating Ni-Cr dan Cr Pada Baja AISI 1010**” yang diajukan guna melengkapi syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Adalah merupakan hasil penelitian dan karya ilmiah saya sendiri dengan bantuan dosen pembimbing dan bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari tugas akhir yang telah diduplikasikan dan atau pernah digunakan untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Islam Riau (UIR) maupun Perguruan Tinggi atau Intansi manapun, kecuali pada bagian yang sumber informasinya telah dicantumkan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, Oktober 2019

Saeful Hidayat
NPM: 133310227

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA PERSONAL

Nama Lengkap : SAEFUL HIDAYAT

NPM : 133310072

Tempat Tanggal Lahir : Kendari, 20 Desember 1995

Jenis Kelamin : Laki – Laki (LK)

Alamat : JALUR 2 SUNGAI AUR, RT 001/ RW 001

PENDIDIKAN

Sekolah Dasar : SD 007 Desa Sungai Aur

Sekolah Menengah Pertama : SMP Negeri 2 Batang Peranap

Sekolah Menengah Atas : SMK Negeri 1 Pasir Penyu

Perguruan Tinggi : Universitas Islam Riau (Teknik Mesin S1)

TUGAS AKHIR

**“ STUDI PERBANDINGAN KUALITAS LAPISAN ELEKTROPLATING
Ni-Cr DAN Cr PADA BAJA AISI 1010”**

Tempat penelitian : Marpoyan.

Tanggal Seminar : 09 November 2019

Tanggal Sidang : 30 November 2019

Pekanbaru, 04 Desember 2019

SAEFUL HIDAYAT
133310072

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum, Wr. Wb.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Adapun tujuan penulisan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan guna mencapai gelar sarjana teknik di Prodi Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Dibalik keberhasilan penulias dalam menyusun tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan tugas akhir ini khususnya kepada :

1. Ibunda dan Ayahanda yang tercinta, abang dan adikku yang kusayangi yang telah memberikan do'a restu yang sepenuhnya kepada penyusun untuk melaksanakan dan menyelesaikan tugas akhir yang merupakan bagian dari mata kuliah yang harus diambil.
2. Ibu Dr. Kurnia Hastuti, ST.,MT, selaku Wakil Dekan I, dan Dosen Pembimbing tugas akhir yang telah membimbing dan membantu dalam penyusunan tugas akhir.
3. Bapak Dody Yulianto, ST., MT, selaku Ketua Prodi Teknik Mesin.
4. Bapak Jhonny Rahman, B.Eng., M.Eng, Selaku Dosen Wali

5. Bapak Ir. Irwan Anwar, MT dan Bapak Eddy Elfiano, ST., M.Eng selaku Kepala Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
6. Kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah menuangkan ilmunya kepada saya.
7. M. Firdaus, ST, yang terlibat langsung membantu dalam pembuatan penelitian.
8. Rekan - rekan seperjuangan yang telah membantu memberikan dorongan moral dalam pembuatan tugas akhir.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang berperan dalam penyelesaian tugas akhir. Semoga tugas akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca untuk menambah ilmu pengetahuan dan wawasan.

Pekanbaru, November 2019

Penulis,

SAEFUL HIDAYAT
13 331 0072

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DARTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR NOTASI	ix
ABSTRAK	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Pelaksanaan Tugas Akhir	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penulisan	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Pelapisan Logam	6
2.1.1 Fungsi Pelapisan Listrik (Elektroplating)	8
2.1.2 <i>Coating</i> Dekoratif-Protektif	8
2.2 Bahan Pelapis	9
2.3 Hukum Faraday	10
2.4 Ketebalan Lapisan	12

2.5	Rapat Arus	13
2.6	Kekuatan Ikatan Lapisan	13
2.7	Pengaruh waktu dan arus terhadap ketebalan lapisan	14
2.7.1	Pengaruh waktu terhadap ketebalan lapisan	14
2.7.2	Pengaruh arus terhadap ketebalan lapisan	15
2.8	Tahapan proses elektroplating	15
2.8.1	Proses pengerjaan pendahuluan (<i>Pre Treatment</i>) .	16
2.8.2	Proses lapis listrik	18
2.8.3	Proses pengerjaan akhir (<i>Post Treatment</i>)	20
2.9	Prinsip kerja lapis listrik	20
2.10	Baja	29
2.11	Klasifikasi Baja	29
2.12	Mikroskop (Uji Mikroskop)	32
2.13	<i>Adhesion Testing</i>	32
2.14	<i>Strength Testing</i> (Uji Kekuatan Lapisan)	33

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Diagram Alir Penelitian	34
3.2	Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.3	Bahan Penelitian	35
3.4	Alat Penelitian	37
3.5	Prosedur persiapan larutan elektrolit nikel dan khrom	40
3.5.1	Prosedur persiapan larutan elektrolit nikel	40
3.5.2	Prosedur persiapan larutan elektrolit khrom	41

3.6 Rancangan Penelitian	42
3.7 Pengambilan Data	44
3.7.1 Metode Pengambilan Data	44
3.7.2 Prosedur Pengujian Tampak Fisik	45
3.7.3 Prosedur Pengujian Mikroskop	45
3.7.4 Prosedur Pengujian <i>Adhesivitas</i>	46
3.8 Perhitungan Teoritis	46

BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Data Pengamatan Tampak Fisik	48
4.2 Data Hasil Uji Ketebalan Mikroskop	50
4.2.1 Pelapisan Cr	50
4.2.2 Pelapisan Ni-Cr	53
4.3 Penimbangan Berat Spesimen	55
4.4 Rapat Arus	59
4.5 Laju Ketebalan	60
4.6 Hasil Uji <i>Adhesivitas</i>	62

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	69
5.2 Saran	70

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Spesifikasi anoda terlarut	27
Tabel 3.1. Perhitungan Teoritis Elektroplating	46
Tabel 4.1. Hasil Pelapisan Nikel-Khrom	47
Tabel 4.2. Hasil uji rata-rata ketebalan spesimen setelah pelapisan khrom dengan variasi waktu 25, 30, dan 35 (detik) dengan arus 4,5 Ampere	50
Tabel 4.3. Hasil uji rata-rata ketebalan spesimen setelah pelapisan nikel-khrom dengan variasi waktu khrom 25, 30, 35 (detik) dan waktu nikel 25 menit dengan arus 4,5 Ampere.....	52
Tabel 4.4. Hasil uji berat spesimen sebelum dan setelah pelapisan khrom dengan variasi waktu 25, 30 dan 35 detik dengan arus 4,5 Ampere.....	55
Tabel 4.5. Hasil uji berat spesimen sebelum dan setelah pelapisan nikel-khrom dengan variasi waktu khrom 25, 30, 35 (detik) dan waktu nikel 25 menit dengan arus 4,5 Ampere.....	56
Tabel 4.6. Hubungan rapat arus terhadap laju ketebalan pelapisan nikel dan khrom	60
Tabel 4.7. Hasil uji <i>bending strength</i> dengan variasi waktu 25, 30, 35 detik dengan arus 4,5 ampere.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	Mekanisme proses pelapisan	21
2.2	Bentuk-bentuk anoda	28
3.1	Diagram Alir Penelitian	33
3.2	Larutan Cr	35
3.3	Larutan Ni	35
3.4	<i>Rectifier</i>	36
3.5	Bak Plating	37
3.6	Bak untuk pencucian / pembilasan	37
3.7	<i>Thermometer</i>	37
3.8	Gerinda Listrik	38
3.9	Jangka sorong	38
3.10	Timbangan Digital	39
3.11	<i>Microscope</i>	39
3.12	Skema Proses Elektroplating	43
3.13	Skema Metode Uji <i>Bending Strength</i>	45
4.1	Ketebalan lapisan khrom dengan variasi waktu 20, 25, dan 30 (detik) pada arus 4,5 ampere	51
4.2	Ketebalan lapisan nikel-khrom dengan variasi waktu khrom 25, 30, 35 (detik) dan waktu nikel 25 menit pada arus 4,5 ampere	53
4.3	Berat lapisan khrom dengan variasi waktu 25, 30, dan 35 (detik) pada arus 4,5 ampere.....	55
4.4	Berat lapisan nikel-khrom dengan variasi waktu khrom 25, 30, dan 35 (detik) dan waktu nikel 25 menit pada arus 4,5 ampere....	57
4.5	Hubungan rapat arus terhadap bahan pelapis nikel dan ketebalan pelapilan nikel dan khrom	61
4.6	Hasil pengujian <i>bending strength</i>	62
4.7	Hasil Uji Mikroskop	62

4.8	Hasil uji <i>bend test</i> pada nilai beban maksimal dan <i>yield strength</i> terhadap spesimen pengujian	64
4.9	Hasil uji <i>bend test</i> pada nilai <i>yield strength</i> terhadap spesimen pengujian.....	65
4.10	Hasil uji <i>bending test</i> pada nilai <i>bending strength</i> terhadap spesimen pengujian.....	67



DAFTAR NOTASI

<u>Simbol</u>	<u>Notasi</u>	<u>Satuan</u>
t	Waktu	(menit)
i	Rapat arus	(A/dm ²)
I	Arus	(Ampere)
A	Luas penampang	(mm)
ρ	kerapatan logam pelapis	(g/cm ³)
F	Bilangan Faraday	(Coloumb)
\dot{S}	Laju Ketebalan	(mm/menit)
Wt	Berat lapisan teori	(gram)
V	Volume	(cm ³)
γ	<i>Yield Strength</i>	(N/mm ²)

STUDI PERBANDINGAN KUALITAS LAPISAN HASIL ELEKTROPLATING Ni-Cr DAN Cr PADA BAJA AISI 1010

Saeful Hidayat, Kurnia Hastuti

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jl.Kaharuddin Nasution Km 11 No.113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Telp. 0761 – 674635 Fax. (0761) 674834

ABSTRAK

Proses pelapisan Ni-Cr dan Cr dengan metode *elektroplating* banyak dilakukan sebagai proses *finishing* dengan tujuan menghasilkan lapisan yang berfungsi sebagai dekorati-protaktif pada kendaraan bermotor. Pada proses elektroplating, lapisan dasar, waktu, dan arus memegang peranan penting dalam pembentukan lapisan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan lapisan dasar Ni-Cr dan Cr, terhadap ketebalan lapisan dan adhesivitas lapisan Ni-Cr dan Cr yang dihasilkan. Pada penelitian ini, material yang akan dilapisi adalah *Swing Arm* yang menggunakan baja AISI 1010 sebagai katoda, dan nikel murni serta timbal (Pb) sebagai anoda. Spesimen hasil elektroplating diukur ketebalannya dan dilakukan pengujian adhesivitas untuk mengetahui kekuatan ikatan lapisan pada lapisan nikel-khrom dan khrom. Arus yang digunakan adalah 4,5 A dengan tegangan 12 volt dan waktu pencelupan nikel 30 menit (konstan) dengan waktu pencelupan khrom 25 detik, 30 detik, dan 35 detik. Spesimen hasil *elektroplating* ditimbang dan diukur ketebalannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu pencelupan, maka semakin tinggi nilai ketebalan yang didapat. Nilai ketebalan tertinggi diperoleh pada spesimen yang dicelup dengan arus 4,5 A dalam waktu pencelupan nikel 30 menit dan waktu pencelupan khrom 35 detik yaitu sebesar 0,03321 mm. sedangkan nilai ketebalan terendah terjadi pada spesimen dengan arus 4,5 A dalam waktu pencelupan khrom 25 detik yaitu sebesar 0,0124 mm. Tetapi, Dari hasil pengamatan diperoleh bahwa baja yang dilapisi khrom berwarna silver ke abu-abuan dan tidak kilap. Sedangkan baja yang dilapisi dengan Ni-Cr memiliki warna silver kebiru-biruan dengan kilap yang lebih baik. Penambahan waktu pada proses pelapisan Ni-Cr maupun pelapisan khrom tidak banyak mempengaruhi penampilan fisik, namun demikian waktu yang lebih lama memberikan hasil kilap yang lebih baik. Pada pengujian *adhesivitas* pada elektroplating terdapat sedikit perbedaan pada lapisan khrom dimana pada waktu pelapisan 35 detik terjadi sedikit retakan pada bagian lekukan yang terkena radius *bend test*, itu terjadi karena semakin lama waktu pelapisan akan berpengaruh pada tebal lapisan dan hasil *bend test*.

Kata kunci : *Elektroplating*, Ni-Cr, Cr, Adhesivitas, Bend Strength.

1. Penulis
2. Pembimbing

COMPARATIVE STUDY of THE RESULT LAYER QUALITY ELECTROPLATING Ni-Cr AND Cr ON STEEL AISI 1010

Saeful Hidayat, Kurnia Hastuti

Mechanical Engineering Study Program Faculty of Islamic University of Riau
Jl. Kaharuddin Nasution Km 11 No. 113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Telp. 0761 – 674635 Fax. (0761) 674834

ABSTRACT

The coating process of Ni-Cr and Cr with electroplating method is much done as a finishing process with the aim of producing a coating that serves as a decorati-protective in the motor vehicle. In electroplating process, the base coating, timing, and current plays an important role in coating formation. The study aims to determine the comparison of the basic layers of Ni-Cr and Cr, to the coating thickness and adhesivity of the resulting Ni-Cr and Cr layers. In this research, the material to be coated is Swing Arm which uses AISI 1010 steel as cathode, and pure nickel and lead (PB) as anode. The specimen of the electroplating results is measured in thickness and is performed adhesivity testing to determine the bonding power of layers on the Ni-Cr and chrome layers. The current used is 4.5 A with a voltage of 12 volts and a Ni dyeing time of 30 minutes (constant) with dyeing time of chrome 25 seconds, 30 seconds, and 35 seconds. The specimen of electroplating is weighed and measured in thickness. The results showed that the longer dyeing time, the higher the value of thickness gained. The highest thickness is obtained on a specimen dyed with a current of 4.5 A in a 30-minute nickel immersion and the immersion time of 35 seconds is 0.03321 mm. While the lowest thickness value occurs in a specimen with a current of 4.5 A in the The immersion time of Chrome is 25 seconds which is 0.0124 mm. However, from the observation it was obtained that the steel coated with a silver-colored chrome into the grey and not lustre. Whereas steel coated with Ni-Cr has silver bluish color with better gloss. The addition of time to the Ni-Cr coating process and the coating of the chrome does not affect the physical appearance, but a longer time gives better gloss results. In adhesivity testing on electroplating There is a slight difference in the layer of the chrome which at the time of coating of 35 seconds occurs slightly cracks in the curves that are affected by the bend test radius, it occurs because the longer the coating time will be effect on thick coating and bend test result.

Keywords: electroplating, Ni-Cr, Cr, adhesivity, Bend Strength.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelapisan logam merupakan bidang ilmu dimana teknologi elektroplating diterapkan untuk melapisi permukaan berbagai jenis logam, elektroplating itu sendiri merupakan suatu proses pelapisan logam secara elektrolisis (*direct current atau DC*) dan larutan kimia (elektrolit) yang berfungsi sebagai penyedia ion-ion logam membentuk endapan (lapisan) logam pada elektroda katoda. Pelapisan logam pada dasarnya dilakukan dengan tujuan untuk melindungi permukaan logam dari korosi. Benda kerja yang tidak dilapisi oleh lapisan pelindung lebih cepat terserang korosi. Korosi disebabkan oleh reaksi logam dengan unsur bukan logam dari lingkungannya (Hartomo, 1992). Peristiwa ini tidak dikehendaki karena dapat merusak baik fungsi maupun tampak rupa dari logam yang mengalami peristiwa tersebut. Meskipun proses korosi adalah proses alamiah yang berlangsung dengan sendirinya dan tidak dapat dicegah secara mutlak, akan tetapi pencegahan dan penanggulangan tetap diperlukan. Tahap penyelesaian dengan elektroplating selain mencegah korosi juga berfungsi sebagai dekoratif untuk logam yang dilapisi.

Baja karbon rendah adalah suatu bahan yang memiliki unsur utama berupa besi dan karbon, serta unsur pendukung seperti Si, P, S dan Mn baja karbon rendah mempunyai sifat yang mudah di tempa dan mudah dimesin. Pemanfaatan baja dengan kandungan karbon yang rendah dalam industry pengolahan logam sangat banyak digunakan sebagai aksesoris pada kendaraan bermotor baik yang

beroda 2 maupun yang beroda 4 yaitu pada lengan ayun, tromol, bak engkol, velg mobil, dan bumper depan mobil, komponen-komponen tersebut terbuat dengan baja AISI 1010 (Firdaus, 2017).

Lengan ayun (*swing arm*) adalah salah satu bagian dari sistem suspensi yang sangat penting. *Swing arm* berfungsi sebagai penahan dibagian tengah, *swing arm* dekat dengan tumpuan *chassis* kendaraan yang berfungsi sebagai peredam getaran pada kendaraan sepeda motor roda dua dan harus memiliki bahan material yang kuat dan juga harus memiliki pelapisan yang tahan terhadap korosi. Untuk mendapatkan hasil dekoratif-protektif lapisan yang maksimal, maka harus dilakukan pelapisan dengan menggunakan metode elektroplating.

Di daerah Pekanbaru khususnya, juga sudah berkembang industri kecil elektroplating yang mengerjakan barang-barang yang menggunkan lapisan Ni-Cr dan Cr dimana biasanya pelapisan tersebut bertujuan sebagai pelapis protektif-dekoratif. Maksud dari protektif-dekoratif ini adalah untuk melindungi benda-benda tersebut dari korosi dan untuk mendapatkan tingkat kecerahan/kilap yang bagus serta menambahkan keindahan.

Dalam proses pelapisan Ni-Cr menunjukkan bahwa waktu yang semakin besar dan arus yang semakin meningkat akan berbanding lurus terhadap berat, ketebalan dan tampak fisik lapisan yang terlapis (Firdaus. 2017).

Karena masih minimnya informasi tentang kualitas lapisan maka perlu adanya pengujian yang menyangkut dengan ketebalan lapisan dan kekuatan lapisan yang dipengaruhi lamanya waktu pelapaisan Cr dekoratif dengan lapisan dasar Ni-Cr dan Cr.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dirumuskan suatu masalah yaitu

1. Bagaimana menetapkan parameter proses elektroplating untuk pelapisan Ni-Cr dan Cr?
2. Adakah perbedaan kualitas pelapisan Ni-Cr dan Cr selain dari penampilan luar?
3. Bagaimana pengaruh waktu pelapisan Ni-Cr dan Cr pada kualitas lapisan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui sifat kekuatan lapisan mana yang paling baik dari variasi waktu dan lapisan yang dilakukan dalam penelitian.
2. Mendapatkan kekuatan lapisan (*adhesivitas*) pelapisan Ni-Cr dan Cr.
3. Mendapatkan pengaruh waktu pada kualitas pelapisan.

1.4 Batasan Masalah

Agar didapat hasil yang baik maka didalam penulisan ini perlu adanya pembatasan masalah. Pembatasan masalah ini untuk menyerderhanakan permasalahan agar dapat memberikan arahan pemahaman secara mudah. Dalam penulisan ini batasan masalah yang diambil adalah

- Benda uji yang digunakan pada penelitian ini adalah plat baja AISI 1010.
- Larutan plating yang digunakan adalah Ni-Cr dan Cr.
- Proses ini menggunakan arus sebesar 4,5 Ampere.

- Waktu yang digunakan untuk pelapisan Cr adalah 25, 30, 35 detik.
- Waktu yang digunakan untuk pelapisan Ni adalah 30 menit (konstan).

1.5 Metode Penulisan

Metode penulisan yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah:

- Tahap persiapan, mempersiapkan hal-hal yang diperlukan untuk awal tugas akhir dan pengenalan materi secara umum.
- Studi literature, mengumpulkan dasar teori dari buku-buku pegangan kuliah maupun buku pedoman mengenai hal yang berhubungan dengan tugas ini.
- Studi lapangan, dengan cara langsung mempraktekkan di Bengkel Murakhabi Chrome dan Nikel
- Diskusi, melakukan diskusi dengan pembimbing tugas akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memperoleh gambaran secara umum tentang analisa ini, penulis melengkapi penguraiannya sebagai berikut.:

Bab I : Pendahuluan

Bab ini akan di jelaskan mengenai latar belakang, alasan pemilihan judul, batasan masalah, tujuan, metode penulisan dan sistematika penulisan.

Bab II : Landasan Teori

Bab ini menjelaskan tentang pelapisan Cr, bahan pelapisan, proses pengerjaan pendahuluan (*pre treatment*), prinsip kerja lapis listrik, serta perhitungan berat dan tebal lapisan logam khrom secara teoritis.

Bab III : Metodologi Penelitian

Bab ini berisikan tentang susunan proses pengerjaan menggunakan diagram alir penelitian, bahan penelitian, mesin dan alat yang digunakan, media pengambilan data.

Bab IV : Hasil Pengujian dan Analisa

Bab ini berisikan tentang data pengamatan tampak fisik, ketebalan lapisan, berat lapisan, rapat arus, laju ketebalan dan *adhesivitas (bend test)*.

Bab V : Penutup

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pelapisan Logam

Pelapisan logam adalah suatu cara yang dilakukan untuk memberikan sifat tertentu pada suatu permukaan benda kerja, dimana diharapkan benda tersebut akan mengalami perbaikan ketahanannya, dan tidak menutup kemungkinan pula terjadi perbaikan terhadap sifat fisiknya (Siregar, 2010). Pelapisan logam merupakan bagian akhir dari proses produksi dari suatu produk. Proses tersebut dilakukan setelah benda kerja mencapai bentuk akhir atau setelah proses pengerjaan mesin serta penghalusan terhadap permukaan benda kerja yang dilakukan. Dengan demikian, proses pelapisan termasuk dalam kategori pekerjaan *finishing* atau sering juga disebut tahap penyelesaian dari suatu produksi benda kerja.

Ditinjau dari cara kerja proses pelapisan dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

a. Pelapisan secara celup panas (*hot dip galvanis*) adalah suatu proses pelapisan dimana logam pelapis dipanaskan hingga mencair, kemudian logam yang akan dilapisi disebut logam dasar dicelupkan ke dalam logam cair tersebut, sehingga pada permukaan logam dasar akan terbentuk lapisan berupa paduan antara logam pelapis dan logam dasar (Ahmad, 2011).

b. Pelapisan logam dengan semprot (*spraying*) adalah suatu proses pelapisan dengan cara pengemprotan partikel-partikel halus dari logam cair

dengan disertai gas bertekanan tinggi dan panas pada logam yang akan dilapisi/logam dasar (Ahmad, 2011).

c. Pelapisan secara listrik (*electroplating*) elektroplating merupakan proses pelapisan suatu logam atau non logam secara elektrolisis melalui penggunaan arus listrik searah (*direct current/DC*) dan larutan kimia (elektrolit). Pelapisan bertujuan membentuk permukaan dengan sifat atau dimensi yang berbeda dengan logam dasarnya. Terjadinya endapan pada proses disebabkan adanya ion-ion bermuatan listrik melalui elektrolit. Ion-ion pada elektrolit tersebut akan mengendap pada katoda. Endapan yang terjadi bersifat adhesif terhadap logam dasar. Selama proses pengendapan berlangsung terjadi reaksi kimia pada elektroda dan elektrolit yaitu reaksi reduksi dan oksidasi yang diharapkan berlangsung terus menerus menuju arah tertentu secara tetap. Untuk itu diperlukan arus listrik searah dan tegangan yang konstan (Saleh, 1995).

Prinsip dasar dari proses lapis listrik adalah berdasarkan pada Hukum Faraday yang menyatakan bahwa jumlah zat-zat yang terbentuk dan terbebas pada elektroda selama elektrolisis sebanding dengan jumlah arus listrik yang mengalir dalam larutan elektrolit. Di samping itu jumlah zat yang dihasilkan oleh arus listrik yang sama selama elektrolisis adalah sebanding dengan berat ekuivalen masing-masing zat tersebut.

Dalam pelaksanaan proses pelapisan listrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu arus yang dibutuhkan untuk melapis (rapat arus), temperatur larutan, waktu pelapisan dan konsentrasi larutan. Plating termasuk salah satu cara

menanggulangi korosi pada logam dan juga berfungsi sebagai ketahanan bahan. Di samping itu plating juga memberikan nilai estetika pada logam yang dilapisi.

2.1.1 Fungsi Pelapisan listrik (*Electroplating*)

a. Dekoratif

Dekoratif bertujuan untuk menambah keindahan tampak luar suatu benda atau produk. Sekarang ini pelapisan dengan bahan Ni-Cr sedang digemari karena warnanya yang cemerlang. Dengan kata lain pelapisan ini hanya untuk mendapatkan bentuk luar yang baik saja. Logam-logam yang umum digunakan untuk pelapisan dekoratif adalah emas, perak, nikel dan krom (Siregar, 2010).

b. Protektif

Protektif adalah pelapisan yang bertujuan untuk melindungi logam yang dilapisi dari serangan korosi karena logam pelapis tersebut akan memutus interaksi dengan lingkungan sehingga terhindar dari proses oksidasi (Siregar, 2010).

2.1.2 *Coating* Dekoratif-Protektif

Coating Dekoratif-Protektif sering digunakan pada masyarakat umum, yang paling dikenal sekaitan elektroplating sebagai *finishing* logam ialah *vernichel* dan *verchrome*. hasilnya barang garapan menjadi lebih indah, memikat, berkilauan, dan lebih awet (hartomo dan kaneko, 1984). Dari penjelasan tersebut jenis coating dekoratif-protektif dibagi menjadi 4 yaitu :

1. Tembaga (Cu)

Plating tembaga mudah dilakukan untuk mencegah jangan sampai terjadi deposit-celup pada logam yang kurang mulia, karena tidak melekat baik atau

membubuk. Dilihat pada proses pelapisannya waktu yang digunakan lebih lama agar mendapatkan hasil yang baik.

2. Nikel (Ni)

Nikel bersifat ferromagnetic tetapi di atas 353°C bersifat paramagnetic. Nikel memiliki kekerasan dan kekuatan sedang, keliatan dan keuletannya baik, daya hantar listrik dan thermal baik. Pada suhu biasa, nikel tidak terserang udara basah atau kering (Hartomo dan Kaneko, 1984).

3. Khrom (Cr)

khrom plating merupakan salah satu teknik melapisi menggunakan *chromium* sebagai pelapis ke permukaan logam yang hendak dilapisi (hartomo dan kaneko, 1984)

4. Nikel-Khrom (Ni-Cr)

Pelapisan Ni-Cr sangat banyak digemari oleh masyarakat karena memiliki daya ikatan yang lebih indah, memikat, dan ulet. Pada proses pelapisan awal yang dilapisi nikel menggunakan waktu yang lebih lama dari pada pelapisan akhir yang dilapisi Khrom (Firdaus, 2017).

2.2 Bahan Pelapis

Tembaga (*copper*) adalah salah satu logam yang termasuk dalam kelompok logam bukan besi (*non ferro*) yang banyak digunakan di industri, karena sifat daya hantar listrik dan panasnya yang sangat baik. Sehingga dengan mudah dapat dibentuk seperti ditempa, dirol, ditarik menjadi kawat, dan sebagainya dalam keadaan panas maupun dingin. Pada industri pelapisan,

tembaga banyak digunakan sebagai pelapis baik dalam bentuk tembaga murni maupun paduannya seperti kuningan dan perunggu (Saleh, 1995).

Nikel (*nickel*) adalah logam yang banyak digunakan pada industri kimia, akumulator dan pelapisan logam, karena sifatnya yang tahan korosi dan lunak. Nikel berwarna putih keperak-perakan, berkilat halus, sehingga bila dipoles dan sebagai lapis lindung akan kelihatan tampak rupa yang indah dan mengkilap. Nikel memiliki kekerasan dan kekuatan sedang, keuletannya dan daya hantar listrik baik (Saleh, 1995).

Khrom (*chromium*) adalah suatu logam yang mempunyai kekerasan yang tinggi, sehingga memberikan tampak rupa yang indah. Chromium banyak digunakan untuk lapis lindung alat-alat kecepatan tinggi (*high speed tool*), cetakan (*die*) dan bahan pemuat dalam pembuatan stainless steel. Chromium dapat diendapkan/dilapisi dengan cara lapis listrik (*electroplating*) dan semprot logam (*metal spraying*) (Hartomo dan Kaneko, 1995).

2.3 Hukum Faraday

Michael Faraday pada tahun 1833 menetapkan hubungan antara kelistrikan dan ilmu kimia pada semua reaksi elektrokimia. Dua hukum Faraday ini adalah :

Hukum I : Jumlah dari tiap elemen atau grup dari elemen-elemen yang dibebaskan pada kedua anoda dan katoda selama elektrolisa sebanding dengan jumlah listrik yang mengalir dalam larutan.

Hukum II : Jumlah dari arus listrik bebas sama dengan jumlah ion atau jumlah substansi ion yang dibebaskan dengan memberikan sejumlah arus listrik adalah sebanding dengan berat ekivalennya.

Hukum I membuktikan terdapat hubungan antara reaksi kimia dan jumlah total listrik yang melalui elektrolit. Menurut Faraday, arus 1 Ampere mengalir selama 96.496 detik (26,8 jam) membebaskan 1,008 gram hidrogen dan 35,437 gram khlor dari larutan asam khlorida encer. Seperti hasil yang ditunjukkan bahwa 96.496 *coulomb* arus listrik membebaskan satu satuan berat ekivalen ion positif dan negatif. Oleh sebab itu 96.496 coulomb atau kira-kira 96.500 *coulomb* yang disebut 1 Faraday sebanding dengan berat 1 elektrokimia. Untuk menentukan logam yang terdeposisi dengan arus dan waktu dapat ditentukan :

$$W_t = \frac{I \cdot t \cdot e}{F} \dots \dots \dots (1) \text{ (Sumber : Hartomo dan Kaneko, 1984)}$$

Dimana :

- W_t : Berat lapisan teori (gram)
- I : Arus (Ampere)
- t : Waktu (Detik)
- B : Berat Atom
- Z : Valensi
- F : Bilangan Faraday 96.500 *Coulumb*

Dari rumus tersebut, Volume endapan diperoleh dengan perhitungan :

$$\text{Volume (cm}^3\text{)} = \frac{\text{berat endapan (gram)}}{\text{density (gram/cm}^3\text{)}}$$

$$V = \frac{W}{\rho} \dots \dots \dots (2) \text{ (Sumber : Ibid, hal 63 dalam Mutholib, 2006)}$$

Dengan mengukur langsung permukaan benda kerja dengan asumsi bahwa endapan adalah asam, maka ketebalan dapat ditentukan dengan rumus berikut :

$$\text{Ketebalan (cm)} = \frac{\text{volume (cm}^3\text{)}}{\text{luas permukaan (cm}^2\text{)}}$$

$$S = \frac{V}{A} \dots \dots \dots (3) \text{ (Sumber :Ibid, hal 63 dalam Mutholib, 2006)}$$

Dari rumus – rumus diatas, untuk menentukan laju ketebalan lapisan (\dot{S}) dapat dituliskan dengan rumus sebagai berikut:

$$S = \frac{I \cdot t \cdot B}{Z \cdot F \cdot A \cdot \rho}$$

Jadi, rumus untuk laju ketebalan lapisan adalah sebagai berikut :

$$\dot{S} = \frac{I \cdot 60 \cdot B}{Z \cdot F \cdot A \cdot \rho}$$

Dengan mengubah beberapa variabel seperti arus dan luas permukaan akan diperoleh berat logam pelapis berbeda-beda.

$$i = \frac{I}{A \text{ katoda}} \dots \dots \dots (5) \text{ (Sumber : Mustopo, hal 25, 2011)}$$

Dimana :

i : Rapat arus katoda

I : Arus.

$A \text{ katoda}$: Luas permukaan katoda/subtrat.

2.4 Ketebalan lapisan

Ketebalan adalah salah satu persyaratan penting dari suatu lapisan hasil elektroplating. Oleh karena itu, dari sekian banyak jenis pengujian yang dilakukan terhadap hasil plating, pengukuran ketebalan adalah salah satu uji yang harus dilakukan. Dalam merencanakan pengukuran ketebalan perlu diperhatikan kejelasan pengukuran ketebalan yang diinginkan, yaitu ketebalan rata-rata atau ketebalan pada lokasi atau titik tertentu yang sangat strategis. Diambil ketebalan

rata-rata karena distribusi ketebalan yang serbasama di setiap titik pada suatu permukaan yang dilapisi jarang sekali bisa dihasilkan dengan proses elektroplating.

2.5 Rapat Arus

Rapat Arus Berdasarkan hukum Faraday, banyaknya pelapisan sebanding dengan kuat arus. Akan tetapi dalam praktik, besaran yang diperlukan untuk plating adalah rapat arus yaitu arus per satuan luas, biasanya dinyatakan dalam A/dm^2 atau A/ft^2 . Rapat arus antara anoda dan katoda besarnya berbeda dan rapat arus katoda merupakan besaran yang perlu diperhatikan agar kualitas pelapisan pada katoda berkualitas baik dan tidak sampai terbakar. Semakin besar rapat arus maka laju plating makin cepat dan waktu yang diperlukan untuk memperoleh lapisan dengan ketebalan tertentu akan makin singkat. Pada praktik bila benda yang dilakukan plating berjumlah banyak atau luasan benda besar, maka diperlukan arus yang besar dan kemudian diturunkan bila jumlah benda sedikit atau luasan benda kecil. Rapat arus yang terlalu tinggi menyebabkan terjadinya panas sehingga benda kerja yang diplating dapat terbakar dengan ditandai warna yang menghitam (Sutomo dan Rahmat, 2012).

2.6 Kekuatan ikatan lapisan

Kekuatan ikatan lapisan merupakan salah satu ciri khusus dari logam, pada ikatan logam ini elektron tidak hanya menjadi milik satu atau dua atom saja, melainkan menjadi milik dari semua atom yang ada dalam ikatan logam tersebut. Elektron-elektron dapat terdelokalisasi sehingga dapat bergerak bebas dalam awan elektron yang mengelilingi atom-atom logam. Akibat dari elektron yang dapat

bergerak bebas ini adalah sifat logam yang dapat menghantarkan listrik dengan mudah. Ikatan logam ini hanya ditemui pada ikatan yang seluruhnya terdiri dari atom unsur-unsur logam semata (Mustopo, 2011).

2.7 Pengaruh waktu dan arus terhadap ketebalan lapisan

Pada proses elektroplating waktu dan arus berpengaruh terhadap ketebalan lapisan, yaitu :

2.7.1 Pengaruh waktu terhadap ketebalan lapisan.

Lama waktu proses *electroplating* juga berpengaruh terhadap ketebalan hasil pelapisan. Semakin lama waktu proses *electroplating* maka semakin tebal lapisan yang terjadi. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu yang diberikan maka akan memberi kesempatan kepada material pelapis mengendap pada katoda (Paridawati, 2013). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Arif, dkk (2015) yang menyatakan bahwa hubungan antara kuat arus dan waktu terhadap tebal lapisan menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat arus yang digunakan ketebalan lapisan akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya kuat arus listrik yang mengalir maka jumlah ion-ion akan semakin banyak, sehingga ion-ion akan semakin banyak terlepas dari larutan dan mengendap pada katoda/benda kerja.

Penelitian yang dilakukan oleh Dewi dan Ahmadi, menemukan bahwa waktu yang digunakan dalam elektroplating juga berpengaruh terhadap ketebalannya, semakin besar waktu yang digunakan ketebalan lapisan akan meningkat, hal ini juga disebabkan karena waktu yang tinggi akan menghasilkan massa endapan yang besar.

Berdasarkan penelitian terdahulu, terlihat kecenderungan semakin besar waktu yang digunakan pada proses elektroplating maka massa nikel-khrom yang diendapkan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan Hukum Faraday bahwa jumlah endapan logam yang terbentuk sebanding dengan jumlah waktu yang diberikan.

2.7.2 Pengaruh arus terhadap ketebalan lapisan.

Arus listrik pada dasarnya adalah aliran elektron, yang dapat mengalir dari suatu atom ke atom lainnya. Arus yang dipakai pada elektroplating adalah arus searah (DC: *Direct Current*). Sumber arus DC dapat diperoleh dari *accumulator*, batu baterai atau dengan mengubah arus AC (*Alternating Current* atau arus bolak balik). menjadi DC dengan menggunakan adaptor atau *rectifier*. Semakin besar kuat arus

yang diberikan maka semakin banyak ion dari anoda sebagai bahan pelapis yang tereduksi dan terbawa menempel dipermukaan logam induk sebagai katoda. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Arif, dkk (2015) di mana hubungan antara kuat arus dan waktu terhadap tebal lapisan menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat arus yang digunakan ketebalan lapisan akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya kuat arus listrik yang mengalir maka jumlah ion-ion akan semakin banyak, sehingga ion-ion akan semakin banyak terlepas dari larutan dan mengendap pada katoda/benda kerja.

2.8 Tahapan proses elektroplating

Tahapan proses elektroplating sebagai berikut (Mustopo, 2011) :

2.8.1 Proses Pengerjaan Pendahuluan (*Pre Treatment*)

Sebelum dilakukan pelapisan pada logam, permukaan logam harus disiapkan untuk menerima adanya lapisan. Persiapan ini bertujuan untuk meningkatkan daya ikat antara lapisan dengan bahan yang dilapisi. Permukaan yang ideal dari bahan dasar adalah permukaan yang seluruhnya mengandung atom bahan tersebut tanpa adanya bahan asing lainnya (Hartomo dan Kaneko, 1995). Untuk mendapatkan kondisi seperti tersebut perlu dilakukan pengerjaan pendahuluan dengan tujuan :

- Menghilangkan semua pengotor yang ada di permukaan benda kerja seperti pengotor *organic*, *anorganic*/oksida dan lain-lainnya.
- Mendapatkan kondisi fisik permukaan yang lebih baik dan lebih aktif

Teknik pengerjaan pendahuluan ini tergantung dari pengotornya, tetapi secara umum dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

a. Pembersihan Secara Mekanik

Pekerjaan ini bertujuan untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan goresan-goresan serta geram geram yang masih melekat pada benda kerja. Biasanya untuk menghilangkan goresan-goresan dan geram-geram tersebut dilakukan dengan mesin gerinda, sedangkan untuk menghaluskan permukaannya dilakukan dengan proses *buffing*. Prinsipnya sama seperti proses gerinda, tetapi roda polesnya yang berbeda yaitu terbuat dari bahan katun, kulit, laken dan sebagainya.

b. Pembersihan dengan Pelarut (*Solvent*)

Proses pembersihan dengan pelarut bertujuan untuk membersihkan lemak, minyak, garam dan kotoran-kotoran lainnya dengan pelarut *organic*, proses pembersihan pada *temperature* kamar yaitu dengan menggunakan pelarut *organic*, tetapi dilakukan pada *temperature* kamar dengan cara diusap/dioles.

c. Pembersihan dengan alkalin (*degreasing*)

Pekerjaan ini bertujuan untuk membersihkan benda kerja dari lemak atau minyak-minyak yang menempel, karena lemak maupun minyak tersebut akan mengganggu pada proses pelapisan. Pencucian dengan alkalin digolongkan dalam dua cara yaitu dengan cara biasa (*alkalin degreasing*) dan dengan cara elektro (*elektro degreasing*). Pembersihan secara biasa adalah merendamkan benda kerja ke dalam larutan alkalin dalam keadaan panas selama 5-10 menit. Lamanya perendaman harus disesuaikan dengan kondisi permukaan benda kerja. Seandainya lemak atau minyak yang menempel lebih banyak, maka dianjurkan lamanya perendaman ditambah hingga permukaan bersih dari noda-noda tersebut.

d. Pencucian dengan asam (*pickling*)

Pencucian dengan asam adalah bertujuan untuk membersihkan permukaan benda kerja dari oksida atau karat dan sejenisnya secara kimia melalui perendaman. Larutan asam ini terbuat dari pencampuran air bersih dengan asam antara lain :

- Asam klorida (HCL)
- Asam sulfat (H₂SO₄)
- Asam sulfat dan asam flourid (HF)

Untuk benda kerja dari besi/baja cor yang masih mengandung sisa-sisa pasir dapat digunakan larutan campuran dari asam sulfat dan asam *fluorida*, sebab larutan tersebut dapat berfungsi untuk menghilangkan serpih juga dapat membersihkan sisa-sisa pasir yang menempel pada benda kerja.

2.8.2 Proses lapis listrik

Setelah benda kerja betul-betul bebas dari pengotor, maka benda kerja tersebut sudah siap untuk dilapis. Dalam operasi pelapisan, kondisi operasi perlu/penting sekali untuk diperhatikan. Karena kondisi tersebut menentukan berhasil atau tidaknya proses pelapisan serta mutu pelapisan yang dihasilkan. Kondisi operasi yang perlu diperhatikan tersebut antara lain :

a. Waktu pencelupan

Lama waktu proses electroplating juga berpengaruh terhadap ketebalan hasil pelapisan. Semakin lama waktu proses electroplating maka semakin tebal lapisan yang terjadi. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu yang diberikan maka akan memberi kesempatan kepada material pelapis mengendap pada katoda (Paridawati, 2013).

b. Arus (Ampere)

Arus listrik pada dasarnya adalah aliran elektron, yang dapat mengalir dari suatu atom ke atom lainnya. Arus yang dipakai pada elektroplating adalah arus searah (DC: *Direct Current*). Sumber arus DC dapat diperoleh dari *accumulator*, batu baterai atau dengan mengubah arus AC (*Alternating Current* atau arus bolak balik). menjadi DC dengan menggunakan adaptor atau *rectifier*. Semakin besar kuat arus yang diberikan maka semakin banyak ion dari anoda sebagai bahan

pelapis yang tereduksi dan terbawa menempel dipermukaan logam induk sebagai katoda (Paridawati, 2013).

c. Tegangan Listrik (*Voltage*)

Prinsip dasar dari proses lapis listrik adalah berpedoman atau berdasarkan hukum faraday menyatakan :

1. Jumlah zat-zat (unsur-unsur) yang terbentuk dan terbebas pada elektroda selama elektrolisa sebanding dengan jumlah arus listrik yang mengalir dalam larutan elektrolit.
2. Jumlah zat-zat (unsur-unsur) yang dihasilkan oleh arus listrik yang sama selama elektrolisa adalah sebanding dengan berat ekivalen masing-masing zat tersebut.

Hukum faraday sangat erat kaitannya dengan efisiensi arus terjadi pada pelapisan listrik. Efisiensi arus listrik adalah perbandingan berat endapan secara teoritis dan dinyatakan dalam persen (%) (hukum Ohm).

Tegangan yang digunakan dalam proses lapis listrik atau elektroplating yang dapat divariabelkan adalah 2 volt sampai dengan 12 volt sedang amperenya berbanding lurus kecil atau besar dengan tegangannya, maksudnya adalah bila luas permukaan benda kerja bervariasi, maka rapat aruslah yang menyesuaikan dengan besar-kecilnya *voltage*, bila dengan sistem bak asam kromat, efisiensi arus platingnya rendah, laju deposisi tetap besar karena tegangan yang digunakan pada posisi paling besar, pada temperatur yang tinggi daya larut bertambah besar dan terjadi penguraian garam logam yang menjadikan konduktivitasnya tinggi serta menambah mobilitas ion logam, tetapi viskositas menjadi berkurang,

sehingga endapan ion logam pada katoda akan lebih cepat sirkulasinya (Tomijiro, 1992).

d. pH Larutan

pH larutan dipakai untuk menentukan derajat keasaman suatu larutan elektrolit dalam operasi lapis listrik, pH berarti pula $pOH - pH$ larutan dapat diukur dengan alat ukur pH meter atau pH *colorimeter*, tujuan menentukan derajat keasaman ini adalah untuk melihat atau mengecek kemampuan dari larutan dalam menghasilkan lapisan yang baik.

2.8.3 Proses pengerjaan akhir (*Post Treatment*)

Benda kerja yang telah dilakukan proses pelapisan (elektroplating) biasanya dicuci dengan air dan kemudian dikeringkan, dan dari fungsi air perlu diketahui tentang kualitas air yang dibutuhkan sebagai contoh air ledeng dipakai untuk pembilasan dan pendinginan sedangkan air bebas mineral (*aquades*) khusus dipakai untuk pembuatan larutan, analisa dan untuk penambahan unsur kalsium dan magnesium karena mudah bereaksi dengan *cupper cyanid*, *silver cyanid* dan *cadmium cyanid*. Pada umumnya unsur-unsur yang terdapat dalam air adalah kandungan garam-garam seperti : *bicarbonate*, sulfat, *chloride* dan nitrat serta untuk unsur logam alkali tidak begitu mempengaruhi konsentrasi larutan.

2.9 Prinsip kerja lapis listrik

Pada prinsipnya pelapisan logam dengan cara lapis listrik atau electroplating merupakan rangkaian dari arus listrik, anoda, larutan elektrolit dan katoda (benda kerja). Keempat gugusan ini disusun sedemikian rupa, sehingga membentuk suatu system lapis listrik dengan rangkaian sebagai berikut :

- Anoda dihubungkan pada kutub positif dari sumber listrik
- Katoda dihubungkan pada kutub negatif dari sumber listrik
- Larutan elektrolit ditampung dalam bak
- Anoda dan katoda direndamkan dalam larutan elektrolit.

Untuk lebih jelasnya rangkaian dan prinsip kerja proses lapis listrik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Mekanisme proses pelapisan (Sumber : Mustopo, 2011).

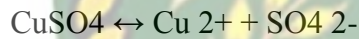
Keterangan :

- (1) Anoda (bahan pelapis)
- (2) Katoda (benda yang dilapisi)
- (3) Elektrolit
- (4) Sumber arus searah

Bila arus listrik (potensial) searah dialirkan antara kedua elektroda anoda dan katoda dalam larutan elektrolit, maka muatan ion positif ditarik oleh katoda. Sementara ion bermuatan negatif berpindah ke arah anoda ion-ion tersebut dinetralkan oleh kedua elektroda dan larutan elektrolit yang hasilnya diendapkan pada elektroda katoda.

a. Larutan Elektrolit

Suatu proses lapis listrik memerlukan larutan elektrolit yang merupakan media proses berlangsung. Larutan elektrolit dapat dibuat dari larutan asam dan garam logam yang dapat membentuk ion-ion positif. Tiap jenis pelapisan larutan elektrolitnya berbeda-beda tergantung pada sifat-sifat elektrolit yang diinginkan. Sebagai contoh pelapisan tembaga, larutan yang dipakai dibuat dari garam logam cupper sulfat (CuSO_4) dan H_2O yang akan terurai seperti berikut :



Komposisi larutan elektrolit yang dipakai pada proses pelapisan nikel dan khrom adalah sebagai berikut (Azhar, 1995):

1. Larutan nikel.

Larutan nikel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------|
| - NiSO_4 = 250 gr/l | - Bright I-06 = 5 ml/l |
| - NiCl_2 = 50 gr/l | - Bright M-07 = 2 ml/l |
| - H_3BO_3 = 40 gr/l | |

2. Larutan Khrom

Larutan Khrom yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- CrO_3 = 250 gr/l
- H_2SO_4 = 2,5 ml/l

Oleh karena itu larutan elektrolit selalu mengandung garam dari logam yang akan dilapis. Garam-garam tersebut sebaiknya dipilih yang mudah larut, tetapi anionnya tidak mudah tereduksi. Walau anion tidak ikut langsung dalam

proses terbentuknya lapisan, tapi jika menempel pada permukaan katoda akan menimbulkan gangguan bagi terbentuknya mikrostruktur lapisan, kemampuan/aktivitas dari ion logam ditentukan oleh konsentrasi dari garam logamnya, bila konsentrasi logamnya tidak mencukupi untuk diendapkan, akan terjadi endapan/lapisan yang terbakar pada rapat arus yang relatif rendah.

Selain itu, larutan elektrolit harus mempunyai sifat-sifat seperti *Covering power*, *throwing power* dan *levelling* yang baik. Adanya ion klorida dalam larutan yang bersifat asam berfungsi :

1. Mempercepat terkikisnya anoda atau mencegah pasipasi anoda.
2. Menaikkan koefisien difusi dari ion logamnya atau menaikkan batas rapat arus (*limiting current density*).

Sedangkan larutan yang bersifat basa (alkali) yang banyak digunakan pada proses lapis listrik adalah garam kompleks sianida, karena sianida kompleks terkomposisi oleh asam. Penggunaan bahan kimia untuk industri elektroplating biasanya bisa bertahan lama. Bahan kimia yang digunakan bisa berkurang karena penguapan atau tumpah. Larutan elektrolit misalnya, bisa bertahan sampai sangat lama. Dengan menggunakan indikator untuk mengetahui efektivitas bahan, larutan elektrolit bisa diperbaiki dengan menambahkan bahan tertentu untuk menstabilkan kandungannya. Meskipun penggunaannya sangat hemat, pada umumnya bahan kimia yang digunakan adalah logam berat dan bersifat racun.

Bahan-bahan tersebut berpotensi menjadi sumber cemaran, baik yang masih berupa bahan baku maupun senyawa kimi yang dihasilkan selama proses elektroplating. Industri mengekstrak material dari basis sumber daya alam dan

memasukkan produk sekaligus limbah pencemar ke dalam lingkungan hidup. Suatu kajian terhadap salah satu jenis industri yakni industri kecil lapis listrik telah dilakukan untuk mengetahui sampai beberapa jauh jenis industri ini telah melakukan limbah cair sebagai berikut :

1. Elektrodialisis untuk memperoleh kembali ion logam dalam larutan pelapisan.
2. Osmosis balik digunakan untuk memperoleh kembali garam pelapisan dan larutan.
3. Penukaran ion adalah proses lain untuk memperoleh kembali logam yang digunakan di banyak pabrik pelapisan.
4. Penguapan memerlukan modal dan biaya energi yang tinggi, tetapi telah dipakai di beberapa tempat untuk menghemat biaya logam dan biaya bahan kimia.
5. Saringan pasir bekerja baik pada tahap penghalusan akhir sesudah pengendapan.

Pengelolaan limbah agar dapat dipakai ulang (*reuse*) menggunakan metode sedimentasi atau pengendapan logam. Adapun caranya antara lain : partikel padat yang bercampur dengan air limbah dapat mengendap secara langsung berdasarkan gaya berat ukuran partikel. Ukuran partikel yang sulit mengendap bisa diatasi dengan menggunakan tawas (alum), feri sulfat, poli aluminium klorida (PAC), penambahan zat tersebut menyebabkan partikel akan menggumpal dan mengendap.

Beberapa bahan/zat kimia sengaja ditambahkan kedalam larutan elektrolit bertujuan untuk mendapatkan sifat-sifat lapisan tertentu. Sifat-sifat tersebut antara lain penampilan (*appearance*), kegetasan lapisan (*brittleness*), keuletan (*ductility*), dan kekerasan (*hardness*).

b. Anoda (elektroda positif)

Pada proses pelapisan secara listrik, peranan anoda sangat penting dalam menghasilkan kualitas lapisan. Pengaruh kemurnian/kebersihan anoda terhadap elektrolit dan penentuan optimalisasi ukuran serta bentuk anoda perlu diperhatikan. Dengan perhitungan yang cermat dalam menentukan anoda pada proses pelapisan dapat memberikan keuntungan yaitu meningkatkan distribusi endapan, mengurangi kontaminasi larutan, menurunkan biaya bahan kimia yang dipakai, meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi timbulnya masalah-masalah dalam proses pelapisan.

Anoda yang digunakan pada pelapisan tembaga adalah anoda terlarut (*soluble anode*) yaitu tembaga murni, untuk pelapisan nikel menggunakan anoda terlarut yaitu anoda nikel murni, sedangkan untuk pelapisan khrom menggunakan anoda tidak terlarut (*unsoluble anode*) yaitu dengan anoda timbal (Pb).

Adanya arus listrik yang mengalir melalui larutan elektrolit di antara kedua elektroda, maka pada anoda akan terjadi pelepasan ion logam dan oksigen (*reduksi*), selanjutnya ion logam tersebut dan gas hidrogen diendapkan pada elektroda katoda. Peristiwa ini dikenal sebagai proses pelapisan dengan anoda terlarut (*soluble anode*). Tetapi bila anoda tersebut hanya dipakai sebagai penghantar arus, anoda ini disebut anoda tak terlarut (*unsoluble anoda*).

Anoda tidak larut adalah paduan dari bahan-bahan seperti bahan nikel, paduan timbal-tin, karbon, platina-titanium dan lain sebagainya. Anoda ini diutamakan selain sebagai penghantar yang baik juga tidak mudah terkikis oleh larutan dengan atau tanpa aliran listrik. Tujuan dipakainya anoda tidak larut adalah untuk :

- Mencegah terbentuknya logam yang berlebihan dalam larutan
- Mengurangi nilai investasi peralatan
- Memelihara keseragaman jarak anoda dan katoda

Oleh karena itu anoda jenis ini tidak bisa digunakan dalam larutan yang mengandung bahan-bahan organik (*organic agent*) atau *cyanid*. Garam logam sering ditambahkan dalam larutan bertujuan untuk menjaga kestabilan komposisi larutan dari pengaruh unsur-unsur yang larut dari anoda tidak larut.

Beberapa kriteria yang perlu diperhatikan dalam memilih anoda terlarut antara lain adalah :

- a. Efisiensi anoda yang akan dipakai
- b. Jenis larutan elektrolit
- c. Kemurnian bahan anoda
- d. Bentuk anoda
- e. Rapat dan kapasitas arus yang display
- f. Cara pembuatan anoda

Proses lapis listrik yang umum dipakai pada perbandingan anoda dengan katoda adalah 2 : 1, karena kontaminasi anoda adalah penyebab atau sumber utama pengotor, maka usahakan penggunaan anoda yang semurni mungkin.

Spesifikasi kemurnian anoda yang di sarankan dapat dilihat pada tabel :

Tabel 2.1 : Spesifikasi anoda terlarut

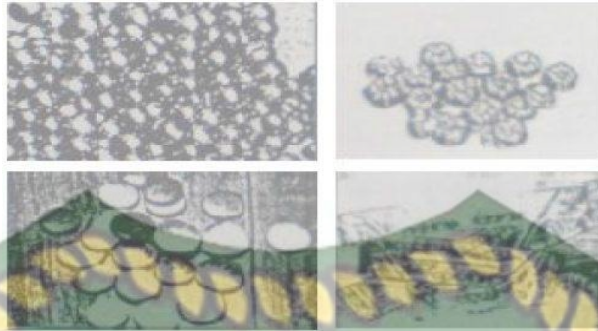
No	Anoda	Kemurnian (%)	Unsur-unsur pengotor
1	Cadmium	99,95	Ag, As, Cu, Fe, Pb, Sb, Ti, Zn
2	Copper	99,97	Ag, Cd
3	Lead alloy	99,92	Ag, Cu, Cd, Zn
4	Nickel	99,98	Ag, Cd, Cu, Fe, Pb, Sn, Zn
5	Tin	99,92	Ag, As, Bi, Cd, Cu, Fe, Pb, S, Sb
6	Tin-Lead	99,93	Ag, As, Bi, Cu, Fe, S, Pb, Sb, Zn
7	Silver	99,95	Bi, Fe, Si, S, Sn, Fe, Zn
8	Zinc	99,98	Cu, Cd, Pb, Sn

Sumber : Asatrio (2010)

Sedapat mungkin menggunakan anoda sesuai bentuk yang akan dilapis, jarak dan luas permukaan anoda di atur sedemikian rupa, sehingga dapat menghasilkan lapisan yang seragam dan rata. Rapat arus anoda diusahakan dalam range yang dikehendaki agar mudah dikendalikan. Anoda dan gantungannya dapat menyuplay arus dengan sempurna tanpa menimbulkan panas yang berlebihan.

Bentuk-bentuk anoda terdiri dari beberapa macam, ada yang berbentuk balok, bulat, palet, lempengan dan kubus, sedangkan ukuran sesuai dengan bentuk anoda tersebut.

Bentuk bulat, kubus dan palet biasanya digunakan dengan memakai keranjang yang berfungsi sebagai tempat penampung anoda, bentuk-bentuk anoda dapat dilihat pada. Gambar 2.2.



Gambar 2.2 : Bentuk-bentuk anoda (sumber : Asatrio 2010)

g. Air

Pada industri pelapisan secara listrik, air merupakan salah satu unsur pokok yang selalu harus tersedia. Biasanya penggunaan air pada proses lapis listrik dikelompokkan dalam empat macam yaitu:

- Air untuk pembuatan larutan elektrolit
- Air untuk menambah larutan elektrolit yang menguap
- Air untuk pembilasan dan
- Air untuk proses pendingin

Dari fungsi air tersebut dapat ditentukan kualitas air yang dibutuhkan untuk suatu proses. Air ledeng dipakai untuk proses pembilasan, pencucian, proses etsa dan pendingin. Sedangkan air bebas mineral (*aquadest*) dipakai khusus untuk pembuatan larutan.

Pada proses pelapisan air yang digunakan harus berkualitas baik. Air ledeng yang masih mengandung kation dan anion, jika bercampur dengan ion-ion dalam larutan akan menyebabkan turunnya efisiensi lapisan. Unsur-unsur yang tidak diinginkan dalam larutan adalah unsur kalsium dan magnesium, karena mudah bereaksi dengan cadmium sianida, tembaga sianida, perak sianida dan senyawa-senyawa lainnya, sehingga akan mempercepat kejenuhan larutan.

Umumnya unsur-unsur yang terdapat dalam air adalah kandungan dari garam-garam seperti, bikarbonat, sulfat, klorida dan nitrat. Unsur-unsur garam logam alkali (sodium/potassium) tidak begitu mempengaruhi konsentrasi larutan sewaktu operasi pelapisan berlangsung, adanya logam-logam berat seperti besi dan mangan sebagai pengotor menimbulkan cacat-cacat antara lain kekasaran (*roughness*), gores (*streakiness*), noda-noda hitam (*staining*), warna yang suram (*iridescence*) atau mengkristal.

2.10 Baja

Baja adalah logam paduan dengan besi (Fe) sebagai unsur dasar dan karbon (C) sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0,2 % hingga 2,1 % berat sesuai grade-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguatan pada kisi kristal atom besi. Baja karbon adalah baja yang mengandung karbon lebih kecil 1,7 %, sedangkan besi mempunyai kadar karbon lebih besar dari 1,7 %. Baja mempunyai unsur-unsur lain sebagai pemapu yang dapat mempengaruhi sifat dari baja. Penambahan unsur-unsur dalam baja karbon dengan satu unsur atau lebih, tergantung dari pada karakteristik baja karbon yang akan dibuat (Ahmad, 2011).

2.11 Klasifikasi Baja

Baja secara umum dapat dikelompokkan atas 2 jenis yaitu :

a. Baja Karbon (*Carbon steel*)

Baja karbon digolongkan menjadi tiga kelompok berdasarkan banyaknya karbon yang terkandung dalam baja yaitu :

1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon antara 0,025% – 0,25% C. setiap satu ton baja karbon rendah mengandung 10 – 30 kg karbon. Baja karbon ini dalam perdagangan dibuat dalam plat baja, baja strip dan baja batangan atau profil. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja, maka baja karbon rendah dapat digunakan atau dijadikan baja-baja sebagai berikut:

- a) Baja karbon rendah (*low carbon steel*) yang mengandung 0,04 % - 0,10% C untuk dijadikan baja – baja plat atau strip.
- b) Baja karbon rendah yang mengandung 0,05% C digunakan untuk keperluan badan-badan kendaraan.
- c) Baja karbon rendah yang mengandung 0,15% - 0,20% C digunakan untuk konstruksi jembatan, bangunan, membuat baut atau dijadikan baja konstruksi.

2. Baja Karbon Menengah

Baja karbon menengah (*medium carbon steel*) mengandung karbon antara 0,25% - 0,55% C dan setiap satu ton baja karbon mengandung karbon antara 30 – 60 kg. baja karbon menengah ini banyak digunakan untuk keperluan alat-alat perkakas bagian mesin. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung dalam baja maka baja karbon ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti untuk keperluan industri kendaraan, roda gigi, pegas dan sebagainya.

3. Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi (*high carbon steel*) mengandung kadar karbon antara 0,56% -1,7% C dan setiap satu ton baja karbon tinggi mengandung karbon antara 70 – 130 kg. Salah satu aplikasi dari baja ini adalah dalam pembuatan kawat baja dan kabel baja. Berdasarkan jumlah karbon yang terkandung didalam baja maka baja karbon ini banyak digunakan dalam pembuatan pegas, alat-alat perkakas seperti: palu, gergaji atau pahat potong. Selain itu baja jenis ini banyak digunakan untuk keperluan industri lain seperti pembuatan kikir, pisau cukur, mata gergaji dan lain sebagainya.

Sepeda motor adalah salah satu kendaraan yang banyak digunakan oleh masyarakat umum untuk alat transportasi, sepeda motor sendiri memiliki komponen yang terbuat dari baja karbon rendah salah satunya lengan ayun (*swing arm*). Lengan ayun (*swing arm*) adalah salah satu bagian dari sistem suspensi yang sangat penting. *Swing arm* berfungsi sebagai penahan dibagian tengah, *swing arm* dekat dengan tumpuan *chassis* kendaraan yang berfungsi sebagai peredam getaran pada kendaraan sepeda motor roda dua.



Gambar 2.3 lengan ayun (*swing arm*) (Sumber : Firdaus 2017)

Pada penelitian ini baja yang digunakan ialah baja AISI 1010 yang banyak digunakan sebagai lengan ayun (swing arm) kebanyakan saat ini lengan ayun dilapisi dengan cat yang sifatnya tidak tahan lama. Karna itu banyak permintaan peningkatan kualitas lapisan dengan cara elektroplating yang cukup tinggi.

2.12 Mikroskop (Uji Mikroskop)

Uji mikroskop merupakan sebuah pengujian dimana kita dapat melakukan pembesaran objek sampai 1000 kali untuk melihat ketebalan pada suatu spesimen. Proses pengujian yang dilakukan membutuhkan bahan spesimen yang sangat banyak, seperti harus memotong spesimen yang akan diuji berukuran tinggi 5 mm dan berdiameter 10 mm, setelah itu dilakukan proses coating atau etsa, setelah itu benda yang akan diuji dimasukkan kedalam tabung edax, yang selebihnya dikendalikan oleh computer dan *keyboard controller* untuk mengatur pembesaran lensa dan perpindahan spesimen (Ananta, 2016).

2.13 Adhesion Testing

Adhesion Testing adalah pengujian *adhese* atau kerekatan suatu lapisan. Terdapat banyak perbedaan metode untuk menguji *adhese* suatu lapisan, berdasarkan pendekatan yang berbeda. *Adhese* dan kekuatan lapisan diuji dengan, kejutan, tarikan, pembengkokan, goresan, dan metode lain untuk menggambarkan seberapa baik lapisan perlindungan dari berbagai dampak dan korosi. Untuk memilih metode yang sesuai, tergantung tipe lapisan dan substrat yang akan di diaplikasikan (Dian, 2018)

2.13.1 *Strength Testing* (Uji Kekuatan Lapisan)

Strength testing adalah pengujian kekuatan lapisan yang di bagi menjadi 3 bagian, yaitu :

A. *Bending Strenght* (kekuatan bengkok)

Ini merupakan suatu dari metode paling mudah untuk menguji lapisan, namun memberikan banyak informasi mengenai kualitas lapisan (Dian, 2018)

B. *Impact Strenght* (kekuatan impact)

Impact strength diuji dengan menjatuhkan sebuah *impactor* dengan berat tertentu dari posisi awal tertinggi dimana lapisan dapat bertahan tanpa rusak oleh *impactor* (Dian, 2018)

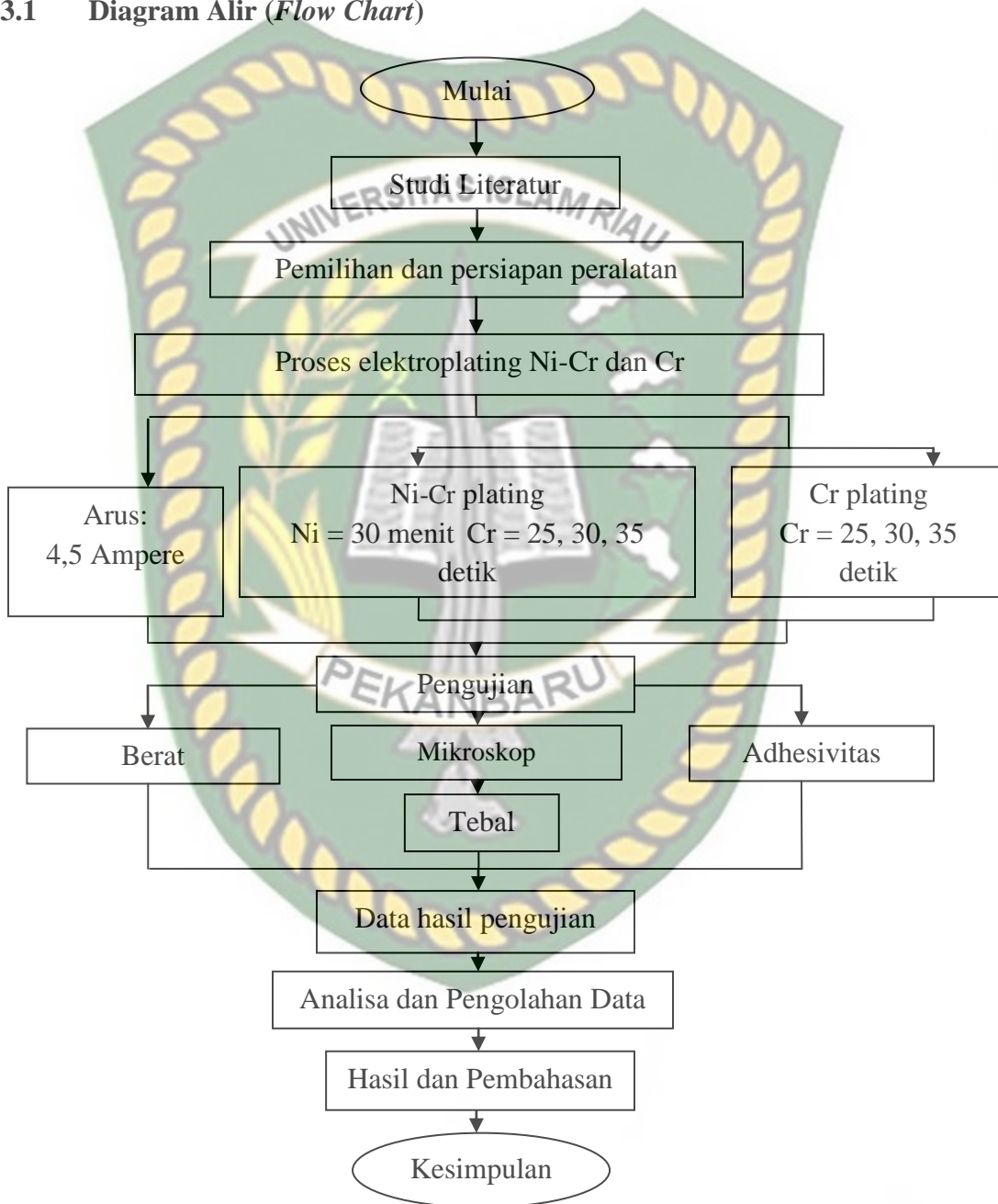
C. *Tensile Strenght* (kekuatan tarik)

Metode yang berdasarkan pengukuran kedalaman ekstrusi plat logam yang dilapisi pada titik retak lapisan dimana merupakan indentasi dari pukulan bola menuju plat (Dian, 2018)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir (*Flow Chart*)



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

a. Waktu penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan dibulan Juli 2019.

b. Tempat penelitian

Penelitian akan dilakukan di tiga tempat berbeda. Tempat pelapisan ada dua tempat yaitu bengkel Murakhabi Chrome dan Nikel dan bengkel Clink Khrom. Sedangkan tempat pengujian yaitu Laboratorium Universitas Islam Riau.

3.3 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Spesimen

Logam yang dilapisi adalah baja karbon AISI 1010. Uji komposisi specimen dilakukan dengan pengujian Spektrometer Emisi Optik (*Optical Emission Spectrometer*). Spektrometer Emisi Optik (*SEO*) adalah alat yang mampu menganalisa unsur-unsur logam induk dan campurannya dengan akurat, cepat dan mudah di oprasikan

2. Larutan elektrolit

Suatu proses elektroplating memerlukan sedikit elektrolit yang merupakan media proses berlangsung. Larutan elektrolit dapat dibuat dari asam dan garam logam yang dapat membentuk ion-ion positif. Tiap jenis larutan elektrolitnya berbeda-beda tergantung pada sifat-sifat elektrolit yang diinginkan.

Komposisi larutan elektrolit yang dipakai pada proses pelapisan Ni dan Cr adalah sebagai berikut (Azhar, 1995).

a. Larutan Cr

Larutan Cr yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- CrO_3
- H_2SO_4



Gambar 3.2 Larutan khrom

b. Larutan Ni

Larutan Ni yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- NiSO_4
- Bright 1-06
- NiCl_2
- Bright M-07
- H_3BO_3



Gambar 3.3 Larutan nikel

3.4 Alat penelitian

Untuk melaksanakan kegiatan penelitian electroplating diperlukan berbagai peralatan seperti pembangkit arus searah, bak penampung larutan elektrolit, dan lain-lain:

a. *Rectifier*

Rectifier adalah alat yang digunakan untuk mengubah sumber arus bolak-balik (AC) menjadi sumber arus searah (DC). Dengan *rectifier* tegangan dan arus yang akan digunakan dalam penelitian dapat diatur.

Pada penelitian ini, tegangan (*voltage*) yang digunakan adalah 12 Volt. Sedangkan arus yang digunakan adalah 4,5 Ampere



Gambar 3.4 *Rectifier*

b. Bak *Plating*

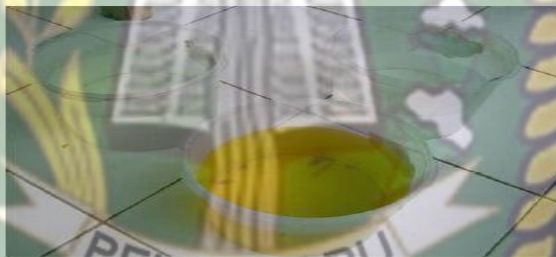
Bak *plating* berfungsi sebagai tempat untuk menampung larutan elektrolit yang akan digunakan di dalam penelitian. Bak *plating* atau bak penampung diupayakan tidak terbuat dari logam, karena larutan elektrolit yang digunakan dalam proses pelapisan electroplating bersifat korosif terhadap logam.



Gambar 3.5 Bak Plating

c. Bak pembersih

Setelah specimen diplating, specimen dibilas dengan air bersih pada bak pembersih yang telah disiapkan. Bak pembersih ini berfungsi untuk membersihkan specimen dari sisa larutan plating.



Gambar 3.6 Bak untuk pencucian / pembilasan

d. *Thermometer*

Thermometer digunakan untuk mengukur *temperature* larutan.



Gambar 3.7 Thermometer

e. *Heater*

Heater digunakan untuk memanaskan larutan sampai dengan *temperature* yang diinginkan.

f. *Stopwacth*

Stopwatch Digunakan untuk menghitung waktu pencelupan.

g. Gerinda listrik

Mesin ini digunakan untuk menghaluskan permukaan benda kerja dan untuk menghilangkan lapisan oksidasi yang melapisi permukaan logam.



Gambar 3.8 Gerinda Listrik

h. Jangka sorong

Alat ini dipakai untuk mengukur dimensi specimen. Pembacaan skala pengukuran dimensi specimen sampai ketelitian 0,1 mm.



Gambar 3.9 Jangka sorong

i. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang berat spesimen sebelum dan sesudah pencelupan.



Gambar 3.10 Timbangan digital

j. Alat Uji Mikroskop

Alat ini berfungsi untuk mengukur ketebalan lapisan logam yang melapisi logam induk pada proses elektroplating. Alat yang dipakai adalah *Microscope*



Gambar 3.11 *Microscope*

3.5 Prosedur persiapan larutan elektrolit Ni dan Cr

3.5.1 Prosedur persiapan elektrolit Ni

- a. Menimbang bahan-bahan sesuai dengan berat dan keperluannya

- b. Menyediakan air bersih sebanyak 5 liter
- c. 4,5 liter air dimasukkan ke dalam bak
- d. Memasukkan bahan-bahan yang telah tersedia seperti komposisi diatas secara beruntun sebagai berikut :
 1. Memasukkan Ni sulfat dan aduk hingga larut
 2. Kemudian memasukkan Ni chlorid dan mengaduk hingga larut
 3. Memasukkan boricacid dan mengaduk hingga larut
 4. Mengaduk larutan hingga homogeny, kemudian sisa larutan yang 1,5 liter dimasukkan sambil mengaduk hingga homogeny
 5. setelah disaring, brightener i-06 dan m-07 dimasukkan ke dalam larutan
 6. setelah itu larutan siap digunakan

3.5.2 Prosedur persiapan larutan elektrolit Cr.

Proses persiapan elektrolit khrom adalah:

- a. Menimbang bahan-bahan sesuai dengan berat dan keperluannya.
- b. Menyediakan air bersih sebanyak 6 liter
- c. 4,5 liter air dimasukkan ke dalam bak
- d. Masukkan bahan-bahan yang telah tersedia seperti komposisi diatas secara beruruntun sebagai berikut :
 1. Memasukkan chromic oxide dan mengaduk hingga larut.
 2. Kemudian memasukkan asam sulfat secara perlahan-lahan sambil mengaduknya hingga larut.
 3. Setelah itu, air yang sisa 1,5 dimasukkan juga sambil diaduk hingga larut

4. Larut yang telah mengalami penyaringan sudah bisa digunakan

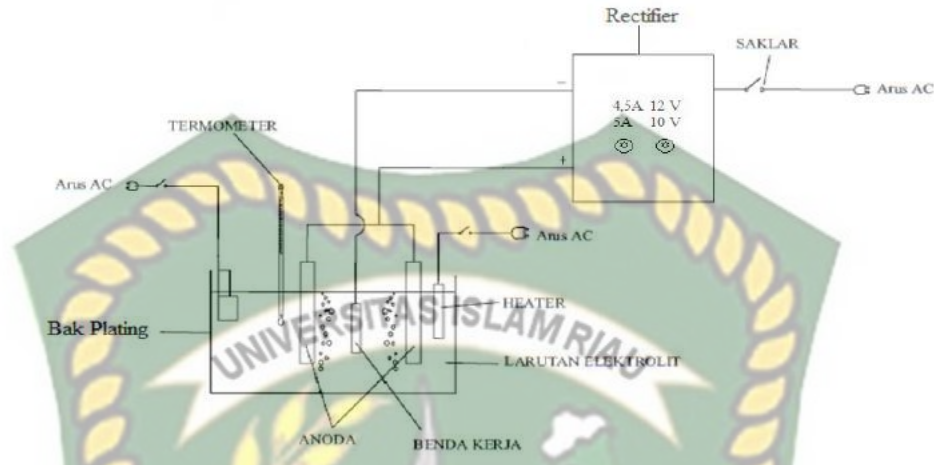
3.6 Rancangan penelitian

Sebelum proses pelaksanaan dilaksanakan, persiapkan dahulu benda kerja yang digunakan dalam percobaan, serta peralatan yang akan digunakan untuk pengambilan data. Sebelum melakukan proses pelapisan, lakukan dahulu penimbangan, pengukuran tebal, panjang, lebar dan luas terhadap benda kerja. Dimana dalam penelitian ini digunakan spesimen benda kerja dari plat dengan tebal rata-rata 1,554 mm, dan dengan ukuran panjang 7cm dan lebar 3.3cm. Adapun rancangan penelitian ini adaah sebagai berikut:

1. Benda kerja dipotong dengan grinda listrik sesuai ukuran yang digunakan
2. Kemudian benda kerja dimasukkan dalam bak yang berisi air untuk membersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel, jika pada benda kerja terdapat minyak atau lemak maka terlebih dahulu dicuci menggunakan bensin agar terbebas dari minyak / lemak. Pastikan bahwa benda kerja telah terbebas minyak / lemak setelah itu di cuci dengan menggunakan air sabun untuk untuk membersihkan bensin yang m asih menempel pada benda kerja, kemudian bilas dengan menggunakan air bersih untuk membersihkan air sabun.
3. Masukkan / celupkan celupkan benda kerja kedalam larutan HCl selama beberapa saat, yang berfungsi untuk menghilangkan karat yang terdapat pada benda kerja. Setelah benda dirasa bersih, angkat lalu cuci lagi dalam air sabun kemudian dibilas dengan air bersih.

4. Masukkan / celupkan benda kerja kedalam asam sulfat (H_2SO_4) selama beberapa saat, sambil digoyang-goyang. Pencelupan ini berfungsi agar keadaan permukaan benda terbebas dari oksida yang tersisa. Setelah itu angkat benda dan siap untuk di planting.
5. Kemudian timbang berat, tebal, luas permukaan, specimen sebelum melakukan pencelupan. Pengukuran ketebalan awal di lakukan pada 5 titik, yaitu:
 - Sudut kanan bawah, maka didapat nilai ketebalan = 1,52 mm
 - Sudut kiri bawah, maka didapat nilai ketebalan = 1,56 mm
 - Sudut kanan atas, maka didapat nilai ketebalan = 1,60 mm
 - Sudut kiri atas, maka didapat nilai ketebalan = 1,57 mm
 - Bagian tengah, maka didapat nilai ketebalan = 1,52 mm
6. Kemudian dari semua nilai yang didapatkan dijumlahkan kemudian dibagi lima untuk dirata-ratakan = 1.554 mm, dan dengan ukuran luas permukaan spesimen $23,1 \text{ cm}^2$, dan berat specimen 26 gram.
7. Sebelum melakukan proses plapisan Ni-Cr plating dan Cr plating panaskan dulu larutan elektrolit kurang lebih 50°C dan pastiksn rangkaian listrik telah terpasang dengan benar.
8. Setelah semuanya telah siap, masukkan benda kerja kedalam larutan elektrolit kemudian hubungkan rangkaian peralatan, pastikan semuanya terpasang dengan benar. Anoda pada kutub positif dan benda kerja pada kutub negatif, selama waktu yang di tentukan dan proses pelapisan sedang berlangsung, setelah proses pelapisan selesai angkat benda kerja kemudian cuci benda kerja kedalam air bersih setelah itu keringkan, dan proses pelapisan telah selesai.

Berikut adalah skema proses pelapisan Ni-Cr dan Cr :



Gambar 3.12 Skema Proses Elektroplating

9. Setelah selesai proses pelapisan lalu dilakukan penimbangan, penghitungan ketebalan, pengamatan tampak fisik dan kekuatan ikatan lapisan secara visualisasi terhadap spesimen.

3.7 Pengambilan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kumpulan fakta segala sesuatu yang dapat dipercaya kebenarannya sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan. Berikut metode pengambilan data, dan prosedur pengambilan data.

3.7.1 Metode pengambilan data

Proses pengambilan data menggunakan metode eksperimen yaitu menyiapkan sarana pengujian tampak fisik, dan pengujian pengukuran ketebalan pelapisan nikel-

khrom dan khrom. Dengan data yang diambil untuk penelitian ini adalah data ketebalan lapisan dan adhesivitas setelah proses elektroplating.

3.7.2 Prosedur pengujian tampak fisik

Setelah melakukan pengujian pengukuran ketebalan dan *adhesivitas*, kemudian dilakukan pengamatan tampak fisik, pengamatan ini untuk mengetahui perubahan secara fisik yang terjadi terhadap masing-masing benda uji setelah mendapat proses elektroplating dengan cara melihat dan memfoto setiap benda uji.

Adapun cara pengamatan tampak fisik hasil pelapisan adalah :

1. Masing-masing spesimen diletakkan bersebelahan satu sama lain.
2. Melihat spesimen mana yang lebih mengkilap dan lebih baik pelapisannya.
3. Memfoto semua spesimen secara bersebelahan dengan spesimen lainnya, dan melihat spesimen mana yang lebih mengkilap lapisannya.

3.7.3 Prosedur pengujian mikroskop

Proses pengujian mikroskop yang dilakukan membutuhkan persiapan bahan spesimen yang sangat banyak, langkah-langkah persiapan pengujian adalah sebagai berikut :

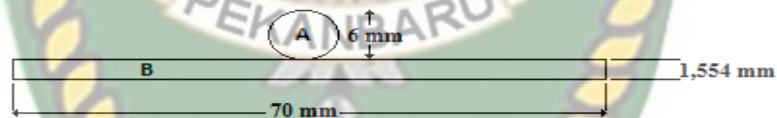
1. Mempersiapkan specimen dengan cara memotong baja AISI 1010 dengan tinggi 5 cm
2. Menghaluskan bagian permukaan yang akan di uji dengan hamplas halus, lalu di bersihkan dengan menggunakan air

3. Meneteskan bagian permukaan yang akan di uji dengan etsa selama 15 detik, lalu bilas dengan alkohol
4. Gunakan lilin sebagai media untuk tempat berdirinya specimen dan untuk membuat spesimen lebu rata saat di uji mikroskop.

3.7.4 Prosedur pengujian *adhesivitas*

Pengujian tingkat *adhesivitas* dilakukan dengan cara pengujian *Bend Test* sesuai dengan ASTM G305. Pengujian ini untuk mengetahui *adhesivitas* lapisan yang terjadi pada masing-masing benda uji, langkah-langkah persiapan dan pengujiannya adalah sebagai berikut :

1. Menekuk benda uji dengan benda berbentuk silinder, sampai kedua kaki benda uji sejajar diameter silinder harus empat kali ketebalan spesimen.
2. Ulangi langkah diatas dengan menggunakan benda uji yang berbeda.



Gambar 3.13 Skema Metode Uji *Bending Strength*.

Keterangan :

A : Mandrel

B : Spesimen uji

3.8 Perhitungan Teoritis

Berikut adalah penjelasan perhitungan teoritis mengenai proses elektroplating yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1.

Table 3.1 Tabel Perhitungan Elektroplating

No.	Variabel	Pengertian	Pengukuran
1.	Laju Ketebalan	Kecepatan tebal lapisan yang didapat setelah proses elektroplating	$\dot{S} = \frac{I \cdot 60 \cdot B}{Z \cdot F \cdot A \cdot \rho}$
2.	Rapat arus	Aliran muatan suatu luas penampang tertentu di suatu titik penghantar	$i = \frac{I}{A \text{ katoda}}$

BAB IV





HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Data Hasil Pengamatan Tampak Fisik

Pengamatan tampak fisik dilakukan setelah proses pelapisan selesai, apabila permukaan spesimen benar-benar sudah bersih dan kering, maka dapat dilakukan pengamatan tampak fisik hasil pelapisan. Masing-masing spesimen dari masing-masing variasi diamati secara visual, dibandingkan kemudian diambil fotonya.

Tabel 4.1 Hasil pelapisan Ni-Cr dan Cr

Kode Sample	Sample	Waktu	Arus
Cr		25 detik	4,5 ampere
Cr		30 detik	4,5 ampere

Cr		35 detik	4,5 ampere
Ni-Cr		30 menit (Pelapisan Ni) 25 detik (Cr)	4,5 ampere
Ni-Cr		30 menit (Pelapisan Ni) 30 detik (Cr)	4,5 ampere
Ni-Cr		30 menit (Pelapisan Ni) 35 detik (Cr)	4,5 ampere

Dari hasil pengamatan diperoleh bahwa baja yang dilapisi Cr berwarna silver ke abu-abuan dan tidak kilap. Sedangkan baja yang dilapisi dengan Ni-Cr memiliki warna silver kebiru-biruan dengan kilap yang lebih baik.

Penambahan waktu pada proses pelapisan Ni-Cr maupun pelapisan Cr tidak banyak mempengaruhi penampilan fisik, namun demikian waktu yang lebih lama memberikan hasil kilap yang lebih baik.

4.2 Data Hasil Uji Ketebalan Mikroskop.



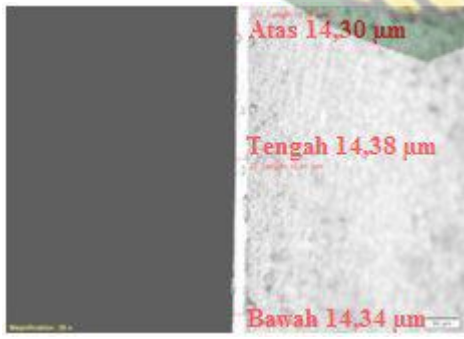
Setelah dilakukan pengamatan tampak fisik, dan pengujian adhesivitas lapisan spesimen hasil pelapisan harus dijaga untuk tetap bersih karena akan dilakukan pengujian ketebalan lapisan dengan Mikroskop sebelum dilakukan pengukuran, terlebih dahulu melakukan seting alat ukur untuk plastik dan kalibrasi. Setelah itu baru dilakukan pengukuran ketebalan spesimen sebelum di lapis yaitu 1,554 mm dan setelah di lapis dari setiap spesimen dilakukan pengukuran pada 3 titik,

4.2.1 Pelapisan Cr

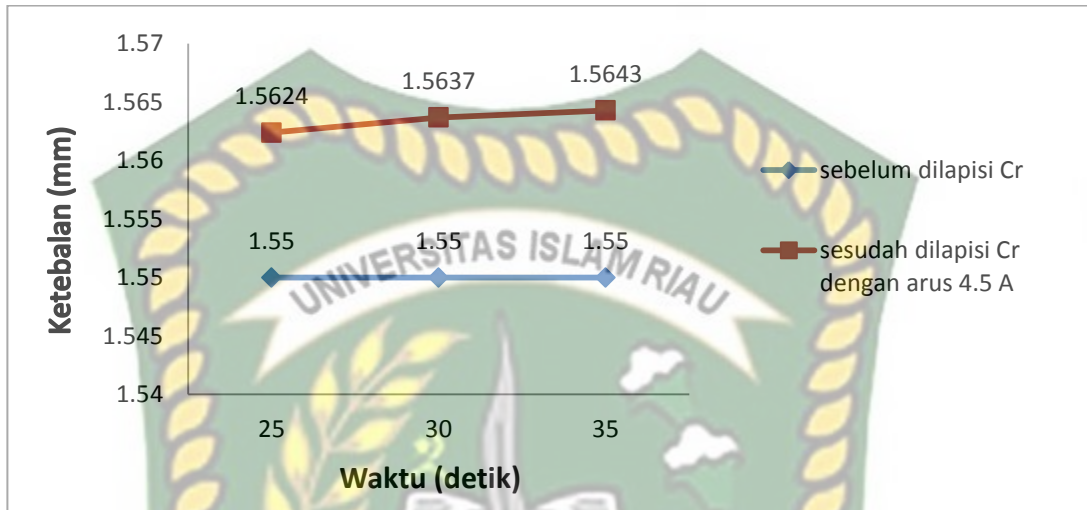
1. Bagian atas. Maka didapatkan nilai ketebalan : $12,41 \mu\text{m}$
2. Bagian tengah. Maka didapatkan nilai ketebalan : $12,39 \mu\text{m}$
3. Bagian bawah. Maka didapatkan nilai ketebalan : $12,40 \mu\text{m}$
4. Kemudian dari semua nilai yang didapatkan dijumlahkan kemudian dibagi tiga untuk dirata-ratakan = $37,2 \mu\text{m}$ Dari data pengukuran yang diperoleh, kemudian diambil ketebalan rata-ratanya.

5. Hasil uji ketebalan spesimen yaitu, 12,4 μm . Hasil penelitian yang dilakukan data-data dimasukkan ke dalam sebuah tabel 4.2 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil uji rata-rata ketebalan spesimen setelah pelapisan Cr dengan variasi waktu 25, 30, dan 35 (detik) dengan arus 4,5 Ampere.

No	Bentuk Ketebalan Lapisan	Waktu (detik)	Arus (A)	Rata-rata Ketebalan Lapisan (μm)
1		25	4,5	12,4
2		30	4,5	13,7
3		35	4,5	14,34

Dari data tabel 4.2 ketebalan lapisan Cr diatas kemudian dimasukkan kedalam sebuah grafik yaitu sebagai berikut :



Gambar 4.1 Ketebalan lapisan Cr dengan variasi waktu 25, 30, dan 35 (detik) pada arus 4,5 ampere.

Dari gambar 4.1 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pencelupan, maka semakin tinggi pula nilai ketebalan. Pada arus 4,5 A dengan waktu 25 detik didapat ketebalan sebesar 0,0124 mm, kemudian ketebalan meningkat menjadi 0,0137 mm pada waktu 30 detik, dan terus meningkat menjadi 0,0143 mm pada waktu 35 detik.

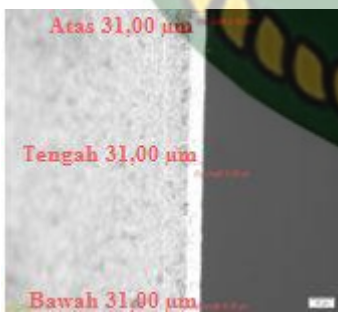
Berdasarkan uraian di atas, spesimen yang memiliki ketebalan tertinggi terjadi pada spesimen dengan arus 4,5 A dan waktu pencelupan 35 detik. Sedangkan spesimen dengan arus 4,5 A dan waktu pencelupan 25 detik memiliki lapisan ketebalan paling rendah. Hal ini terjadi karena waktu yang semakin meningkat mengakibatkan pengendapan ion di permukaan katoda semakin bertambah, sehinggakan berdampak terhadap ketebalan katoda.

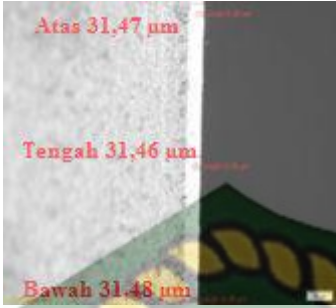

4.2.2 Pelapisan Ni-Cr

1. Bagian atas. Maka didapatkan nilai ketebalan : $31,00 \mu\text{m}$
2. Bagian tengah. Maka didapatkan nilai ketebalan : $31,00 \mu\text{m}$
3. Bagian bawah. Maka didapatkan nilai ketebalan : $31,00 \mu\text{m}$
4. Kemudian dari semua nilai yang didapatkan dijumlahkan kemudian dibagi tiga untuk dirata-ratakan $= 93 \mu\text{m}$ Dari data pengukuran yang diperoleh, kemudian diambil ketebalan rata-ratanya.
5. Hasil uji ketebalan spesimen yaitu, $31 \mu\text{m}$.

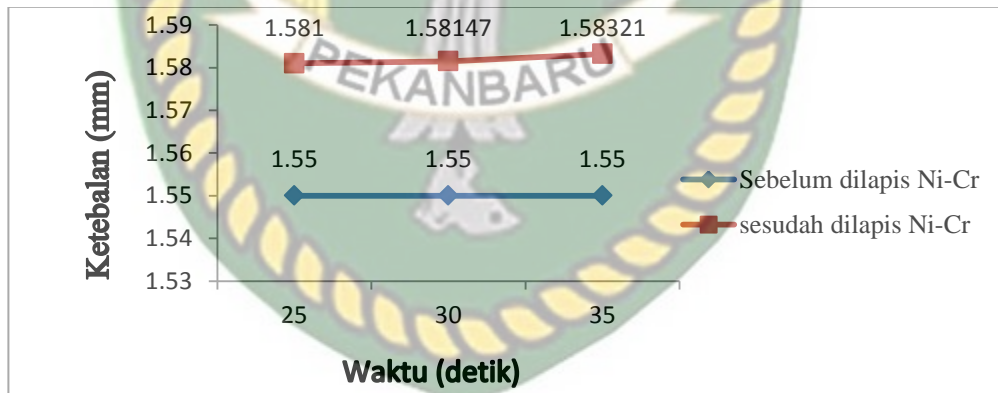
Hasil penelitian yang dilakukan data-data dimasukkan ke dalam sebuah tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Hasil uji rata-rata ketebalan spesimen setelah pelapisan Ni-Cr dengan variasi waktu Cr 25, 30, 35 (detik) dan waktu Ni 30 menit dengan arus 4,5 Ampere.

No	Bentuk Spesimen	Waktu Pelapisan Cr (detik)	Waktu Pelapisan Ni (menit)	Arus (A)	Rata-rata Ketebalan Lapisan Ni-Cr (μm)
1		25	30	4,5	31

2		30	30	4,5	31,47
3		35	30	4,5	33,21

Dari data tabel 4.3 ketebalan lapisan Ni-Cr diatas kemudian dimasukkan kedalam sebuah grafik yaitu sebagai berikut :



Gambar 4.2 Ketebalan lapisan Ni-Cr dengan variasi waktu Cr 25, 30, 35 (detik) dan waktu Ni 30 menit pada arus 4,5 ampere.

Dari gambar 4.2 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pencelupan, maka semakin tinggi pula nilai ketebalan. Pada arus 4,5 A dengan waktu 30 menit

pencelupan Ni dan 25 detik pencelupan Cr didapat ketebalan sebesar $0,0310 \mu\text{m}$, kemudian ketebalan meningkat menjadi $0,03147 \text{ mm}$ pada waktu pencelupan Ni 30 menit dan 30 detik waktu pencelupan Cr dan terus meningkat menjadi $0,03321 \text{ mm}$ pada waktu 30 menit pencelupan Ni dan 35 detik pencelupan Cr.

Berdasarkan uraian di atas, spesimen yang memiliki ketebalan tertinggi terjadi pada spesimen dengan arus 4,5 ampere, waktu pencelupan Ni 30 menit dan 35 detik pencelupan Cr. Sedangkan spesimen dengan arus 4,5 ampere dan waktu pencelupan Ni 30 menit dan pencelupan Cr 25 detik memiliki lapisan ketebalan paling rendah. Hal ini terjadi karena waktu yang semakin meningkat mengakibatkan pengendapan ion di permukaan katoda semakin bertambah, sehingga berdampak terhadap ketebalan katoda.

4.3 Penimbangan berat spesimen

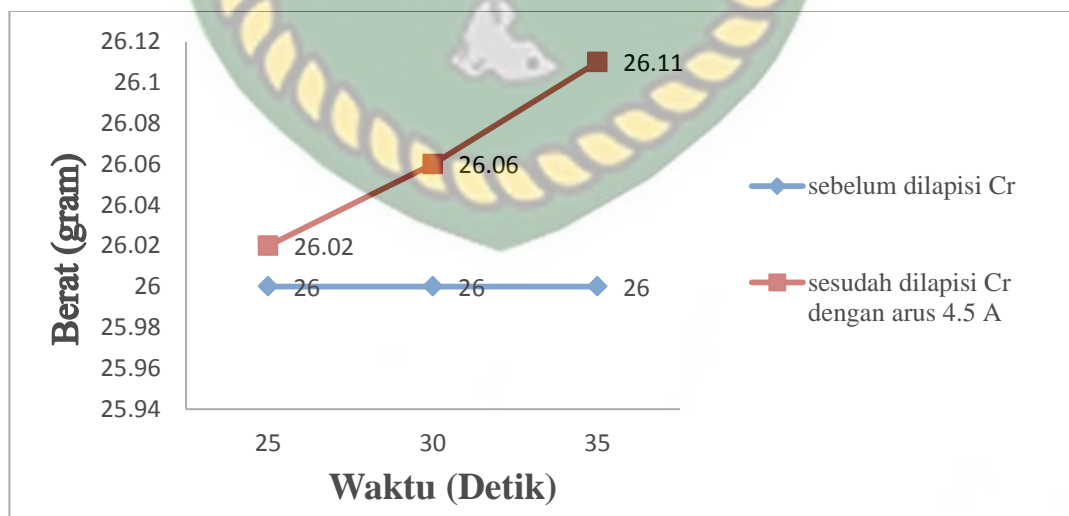
Penimbangan berat spesimen ini dilakukan dengan menggunakan timbangan digital mikro dengan NST mg (milligram). Di ambil sampel spesimen khrom dan nikel-khrom untuk memperoleh data. Langkah awal yang dilakukan adalah dengan mengkalibrasi timbangan agar data yang didapatkan akurat dan presisi, setelah dikalibrasi maka dilakukan pengukuran berat spesimen seperti data yang dicontohkan, mula-mula spesimen di letakkan pada mangkok timbangan kemudian mencatat nilai yang ditunjukkan, setelah itu dilakukan pengukuran dengan metode yang sama berulang-ulang untuk spesimen berikutnya. Proses *electroplating* dilakukan dan setelah itu pengukuran dilakukan kembali untuk menghitung berat

setelah pelapisan dan setelah didapatkan berat awal dan berat akhir maka kemudian dikurangkan antara berat awal di kurang dengan berat akhir untuk mengetahui selisih berat material , seperti pada tabel yang telah disajikan. Sebagai contoh berat awal spesimen sebelum di lapis Cr adalah 26 gram dan kemudian berat spesimen sesudah di lapis Cr adalah 26,07 gram, maka selisih berat sebelum dilapis dan sesudah dilapis adalah 0,07 gram.

Tabel 4.4. Hasil uji berat spesimen sebelum dan setelah pelapisan Cr dengan variasi waktu 25, 30 dan 35 detik dengan arus 4,5 Ampere.

Spesimen	Waktu (detik)	Arus (A)	Berat Spesimen	
			Sebelum dilapis (gram)	Sesudah di lapis (gram)
1	25	4,5	26	26,02
2	30	4,5	26	26,06
3	35	4,5	26	26,11

Dari data tabel 4.4 berat lapisan khrom diatas kemudian dimasukkan kedalam sebuah grafik yaitu sebagai berikut :



Gambar 4.3 Berat lapisan Cr dengan variasi waktu 25, 30, dan 35 (detik) pada arus 4,5 ampere.

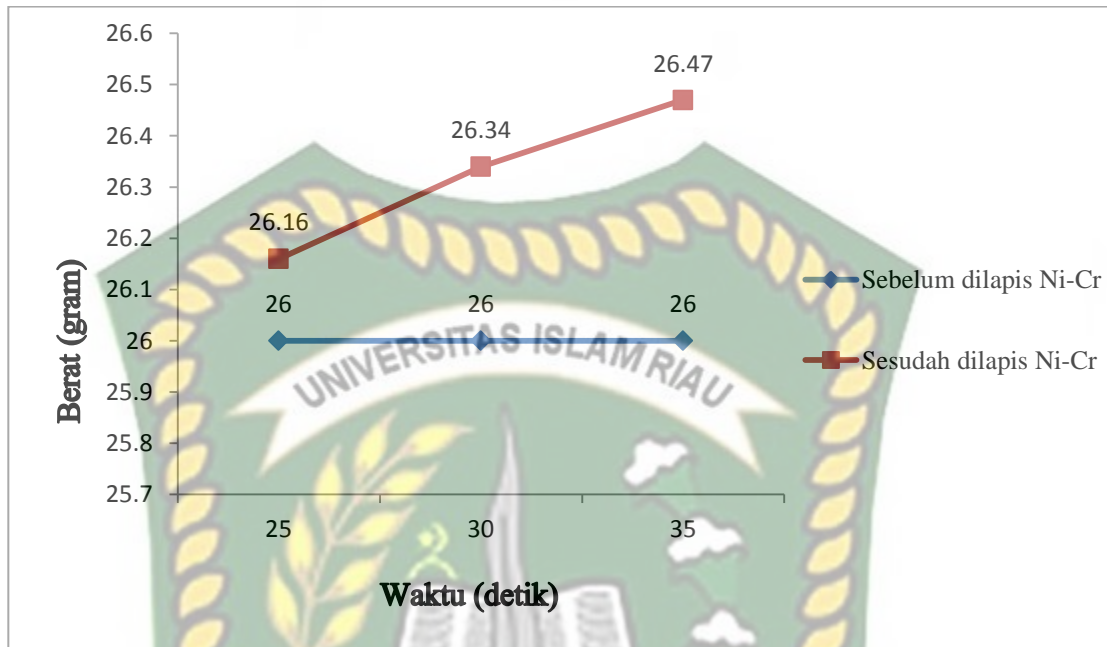
Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pencelupan, maka semakin besar nilai berat spesimen. Pada arus 4,5 A dengan waktu 25 detik didapat berat sebesar 0,02 gram, kemudian berat meningkat menjadi 0,6 gram pada waktu 30 detik, dan terus meningkat menjadi 0,11 gram pada waktu 35 detik.

Berdasarkan uraian di atas, spesimen yang memiliki berat terbesar terjadi pada spesimen dengan arus 4,5 A dan waktu pencelupan 35 detik. Sedangkan spesimen dengan arus 4,5 A dan waktu pencelupan 25 detik memiliki berat terkecil. Hal ini terjadi karena waktu yang semakin meningkat mengakibatkan pengendapan ion di permukaan katoda semakin bertambah, sehingga akan berdampak terhadap peningkatan berat katoda. Maka hasil penimbangan berat rata-rata pada tiap variasi terjadi peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu pencelupan Cr.

Tabel 4.5. Hasil uji berat spesimen sebelum dan setelah pelapisan Ni-Cr dengan variasi waktu Cr 25, 30, 35 (detik) dan waktu Ni 30 menit dengan arus 4,5 Ampere.

Spesimen	Waktu Pelapisan Khrom (detik)	Waktu Pelapisan Nikel (menit)	Arus (Ampere)	Berat Spesimen	
				Sebelum dilapis (gram)	Sesudah di lapis (gram)
1	25	30	4,5	26	26,16
2	30	30	4,5	26	26,34
3	35	30	4,5	26	26,47

Dari data tabel 4.5 berat lapisan Ni-Cr diatas kemudian dimasukkan kedalam sebuah grafik yaitu sebagai berikut :



Gambar 4.4 Berat lapisan Ni-Cr dengan variasi waktu Cr 25, 30, dan 35 (detik) dan waktu Ni 30 menit pada arus 4,5 ampere.

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pencelupan, maka semakin besar nilai berat spesimen. Pada arus 4,5 A dengan waktu Ni 30 menit dan waktu Cr 25 detik didapat berat sebesar 0,16 gram, kemudian berat meningkat menjadi 0,34 gram pada waktu Ni 30 menit dan waktu Cr 30 detik, dan terus meningkat menjadi 0,47 gram pada waktu Ni 30 menit dan waktu Cr 35 detik.

Berdasarkan uraian di atas, spesimen yang memiliki berat terbesar terjadi pada spesimen dengan arus 4,5 ampere dan waktu pencelupan Ni 30 menit dan waktu pencelupan Cr 35 detik. Sedangkan spesimen dengan arus 4,5 A dan waktu pencelupan nickel 30 menit dan waktu pencelupan khromnya 25 detik memiliki berat terkecil. Hal ini terjadi karena waktu yang semakin meningkat mengakibatkan

pengendapan ion di permukaan katoda semakin bertambah, sehingga akan berdampak terhadap peningkatan berat katoda. Maka hasil penimbangan berat rata-rata pada tiap variasi terjadi peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu pencelupan Ni-Cr.

4.4 Rapat Arus

Pada alat ampere meter yang terbaca adalah kuat arus. Rapat arus tidak dapat dilihat hanya dari ampere meter, namun diperhitungkan luas permukaan elektrodanya dengan rumus :

$$i = \frac{I}{A_{katoda}} \dots\dots\dots \text{(Sumber : Mustopo, hal 25, 2011)}$$

Dimana :

- i : Rapat arus katoda
- I : Arus.
- A_{katoda} : Luas permukaan katoda/subtrat.

Perhitungan secara teoritis untuk arus 4,5 ampere di bawah ini:

Maka :

$$\begin{aligned}
 i &= \text{Rapat arus katoda (A/dm}^2\text{)} \\
 I &= 4,5 \text{ ampere} \\
 A &= (P \times l) \text{ cm}^2 \\
 &= 7 \text{ cm} \times 3,3 \text{ cm} = 23,1 \text{ cm}^2 \\
 A_{katoda} &= (2 \times A) \text{ dm}^2 \\
 &= 2 \times 23,1 \text{ cm}^2 = 0,462 \text{ dm}^2 \\
 i &= \frac{4,5 \text{ amepere}}{0,462 \text{ dm}^2} = 9,74 \text{ A/dm}^2
 \end{aligned}$$

4.5 Laju Ketebalan

Untuk mengetahui besar laju ketebalan secara teoritis digunakan rumus sebagai berikut :

$$\dot{S} = \frac{I \cdot 60 \cdot B}{Z \cdot F \cdot A \cdot \rho} \dots\dots\dots (\text{Sumber : Mustopo, hal 25, 2011})$$

Dengan :

I : Arus (Ampere)

B : Berat Atom

Z : Valensi

F : Bilangan Faraday 96.500 Coloumb

A_{katoda} : Luas permukaan benda kerja (cm^2) = 0,462 dm^2

ρ : kerapatan logam pelapis (gram/cm^3)

Dimana :

- Logam pelapis Ni :

$$Z = 2$$

$$B = 58,7$$

$$\rho = 8,9 \text{ gram/cm}^3$$

- Logam pelapis Cr

$$Z = 3$$

$$B = 51,99$$

$$\rho = 7,18 \text{ gram/cm}^3$$

$$A_{\text{katoda}} = 46,2 \text{ cm}^2 = 0,462 \text{ dm}^2$$

Maka, laju ketebalan secara teoritis berdasarkan hasil penelitian sebagai berikut :

1. Perhitungan secara teoritis untuk arus 4,5 ampere dan bahan pelapis Ni di bawah ini:

$$\begin{aligned}
 \dot{S} &= \frac{I \cdot 60 \cdot B}{Z \cdot F \cdot A \cdot \rho} \\
 &= \frac{4,5 \text{ ampere} \times 60 \times 58,7}{2 \times 96500 \times 46,2 \text{ cm}^2 \times 8,9 \text{ gram / cm}^3} \\
 &= 0,000199 \text{ cm/menit}
 \end{aligned}$$

2. Perhitungan secara teoritis untuk arus 4,5 ampere dan bahan pelapis Cr di bawah ini:

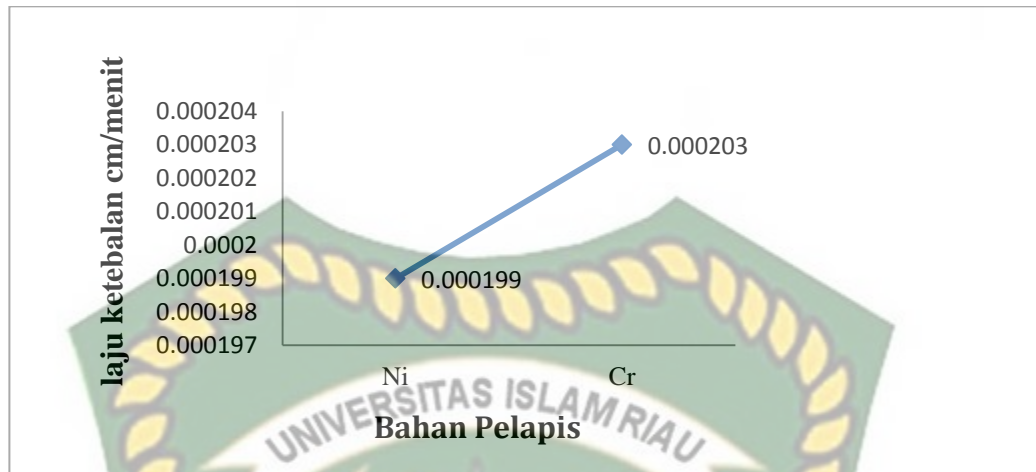
$$\begin{aligned}
 \dot{S} &= \frac{I \cdot 60 \cdot B}{Z \cdot F \cdot A \cdot \rho} \\
 &= \frac{4,5 \text{ ampere} \times 60 \times 51,99}{3 \times 96500 \times 46,2 \text{ cm}^2 \times 7,18 \text{ gram / cm}^3} \\
 &= 0,000203 \text{ cm/menit}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan itulah maka waktu untuk pelapisan khrom relatif lebih singkat hanya dalam hitungan detik, kemudian data-data dimasukkan kedalam sebuah tabel 4.6.

Tabel 4.6. Hubungan rapat arus terhadap laju ketebalan pelapisan Ni dan Cr

No	Rapat arus (A/dm ²)	Laju ketebalan (cm/menit) bahan pelapis nikel	Laju ketebalan (cm/menit) bahan pelapis khrom
1	9,60 A/dm ²	0,000199 cm/menit	0,000203 cm/menit

Dari data tabel 4.6 laju ketebalan lapisan Ni dan laju ketebalan lapisan Cr kemudian dimasukkan kedalam sebuah grafik yaitu sebagai berikut :

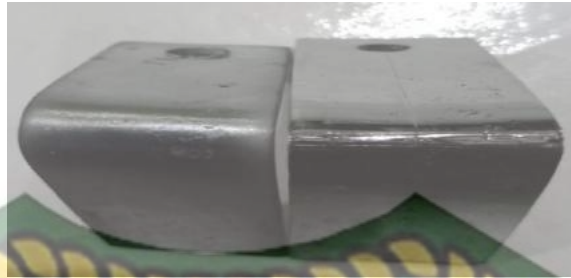


Gambar 4.5 Hubungan rapat arus terhadap bahan pelapis Ni dan ketebalan pelapilan Ni dan Cr.

Dari gambar 4.5 dapat dilihat bahwa akselerasi laju ketebalan dari lapisan Ni dan Cr mengalami kenaikan bila rapat arus yang digunakan semakin naik. Laju ketebalan bahan pelapis Ni pada arus $9,74 \text{ A/dm}^2$ memiliki laju ketebalan adalah $0,000199 \text{ cm/menit}$ pada bahan pelapis Ni dan $0,000203 \text{ cm/menit}$ pada bahan pelapis Cr. Hal ini terjadi karena pengaruh dari berat atom yang mempengaruhi laju ketebalan pelapisan.

4.6 Hasil Uji Adhesivitas (*Bending Strength*)

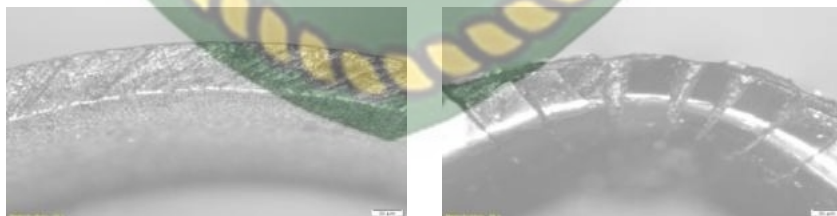
Pengujian *adhesivitas* dilakukan dengan cara *Bend Test* sesuai dengan ASTM G305. Setelah dilakukan pengujian terhadap setiap spesimen dapat dilihat bahwa baik pada spesimen dengan pelapisan Cr maupun Ni-Cr tidak ada yang menunjukkan patah pada saat pengujian. Namun demikian pengujian dihentikan pada saat lapisan Ni-Cr mulai mengalami kerusakan, seperti pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Hasil pengujian *bending*

Pada baja yang dilapisi dengan Cr tidak terlihat kerusakan pada bagian lengkungan hasil *bend test* bahkan terlihat mulus itu terjadi karena lapisan Cr sangat tipis dan terlihat menyatu dengan spesimen. Sedangkan pada lapisan Ni-Cr terlihat rusak dan cenderung retakan pada bagian lengkungan hasil uji *bend test*.

Perbedaan juga terlihat jelas setelah spesimen dilihat menggunakan uji Mikroskop dimana pada spesimen Cr terlihat retakan halus dan pecahan lapisan pada bagian lekukan yang telah di uji bending pada bagian lapisan Cr. Sedangkan untuk lapisan Ni-Cr sangat terlihat jelas retakannya dan pengelupasan lapisan itu diakibatkan karna tebalnya lapisan pada lapisan Ni-Cr. Hasil dari uji Mikroskop dapat dilihat pada gambar 4.7.



1

2

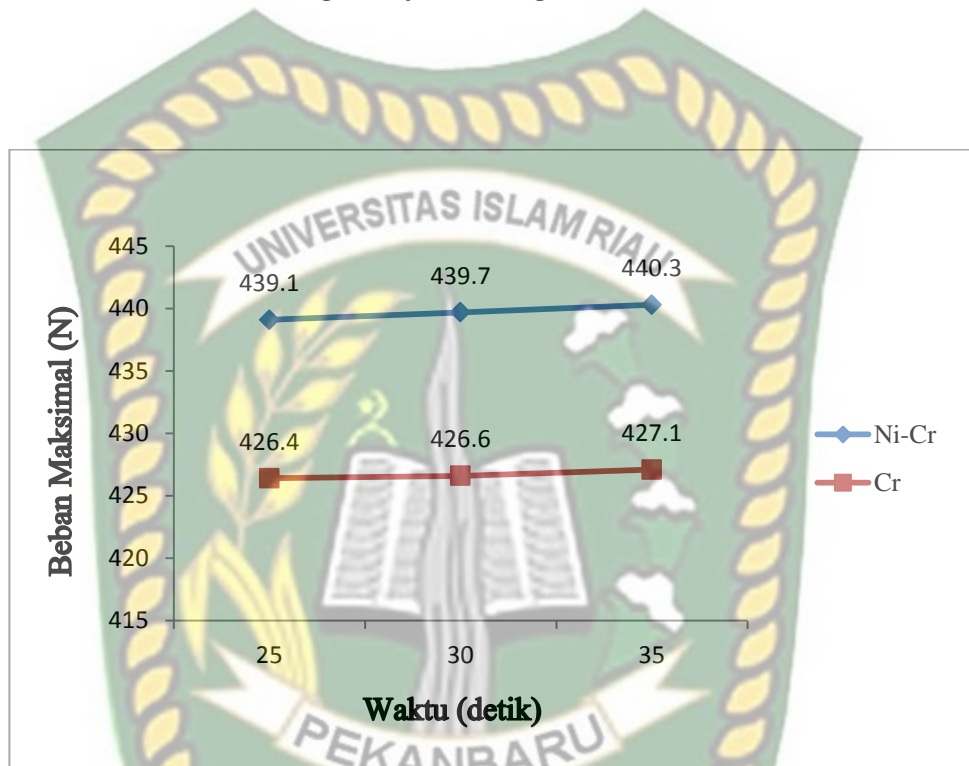
Gambar 4.7 Hasil uji Mikroskop (1). Cr (2). Ni-Cr

Untuk perbandingan waktu sendiri tidak memiliki terlalu banyak perubahan antara pelapisan Ni-Cr dan Cr pada pengujian bend test, namun terdapat sedikit perbedaan pada lapisan khrom dimana pada waktu pelapisan 35 detik terjadi sedikit retakan pada bagian lekukan yang terkena radius *bend test*, itu terjadi karena semakin lama waktu pelapisan akan berpengaruh pada tebal lapisan dan hasil *bend test*. Data hasil uji *bending* dapat dilihat pada tabel 4.7.

Table 4.7 Hasil uji *bending* dengan variasi waktu 25, 30, 35 detik dengan arus 4,5 ampere.

No	Specimen	Area (mm ²)	Max. force (N)	02% Y.S (N/mm ²)	Yield strength (N/mm ²)	Bending strength (N/mm ²)	Elongation (%)
1	Ni 30 menit Cr 25 detik	27.490	439.1	10.43	10.43	669.93	56.15
2	Ni 30 menit Cr 30 detik	27.530	439.7	10.51	10.51	670.02	56.15
3	Ni 30 menit Cr 35 detik	27.600	440.3	10.69	10.69	670.08	56.15
4	Cr 25 detik	27.090	426.4	9.72	9.72	660.49	56.15
5	Cr 30 detik	27.126	426.6	9.76	9.76	660.58	56.15
6	Cr 35 detik	27.150	427.1	9.83	9.83	660.69	56.15

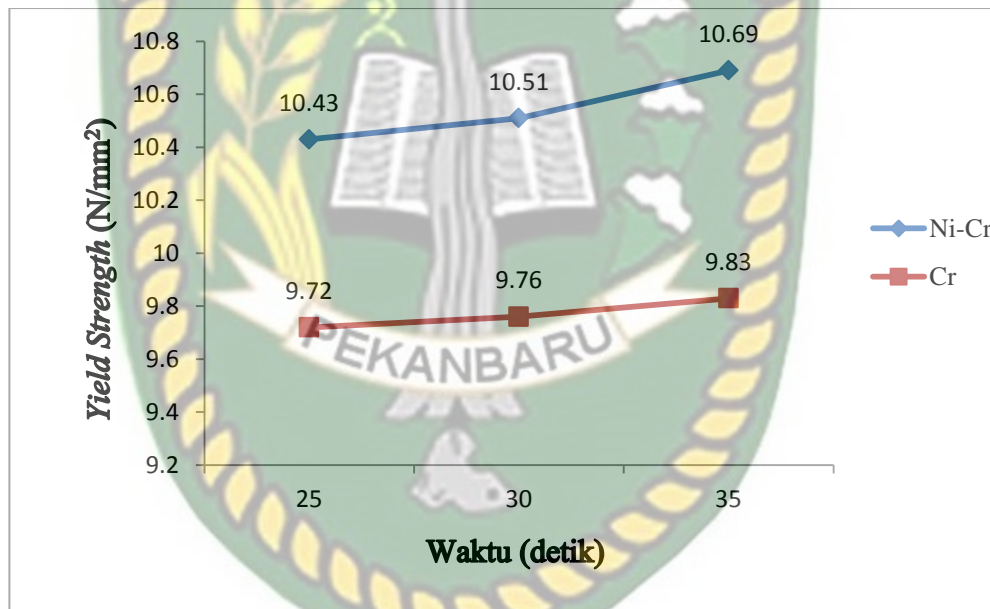
Dari data tabel 4.7 hasil uji *bend test* pada nilai beban maksimal, *yield strength*, *bending strenght* terhadap setiap spesimen lapisan Ni-Cr dan Cr, kemudian dimasukkan kedalam sebuah grafik yaitu sebagai berikut :



Gambar 4.8 Hasil uji *bending test* pada nilai beban maksimal terhadap spesimen pengujian.

Dari gambar 4.8 dapat dilihat perbedaan antara lapisan Ni-Cr dan Cr dimana hasil *bend test* pada beban malsimal terhadap lapisan Ni-Cr dengan waktu pencelupan Ni 30 menit dan waktu pencelupan Cr 25 detik memiliki beban maksimal sebesar 439.1 N, untuk lapisan Ni-Cr dengan waktu pencelupan Ni 30 menit dan waktu pencelupan Cr 30 detik memiliki beban maksimal yaitu sebesar 439.7 N, dan pada lapisan Ni-Cr dengan waktu pencelupan Ni 30 menit dan waktu pencelupan Cr 35

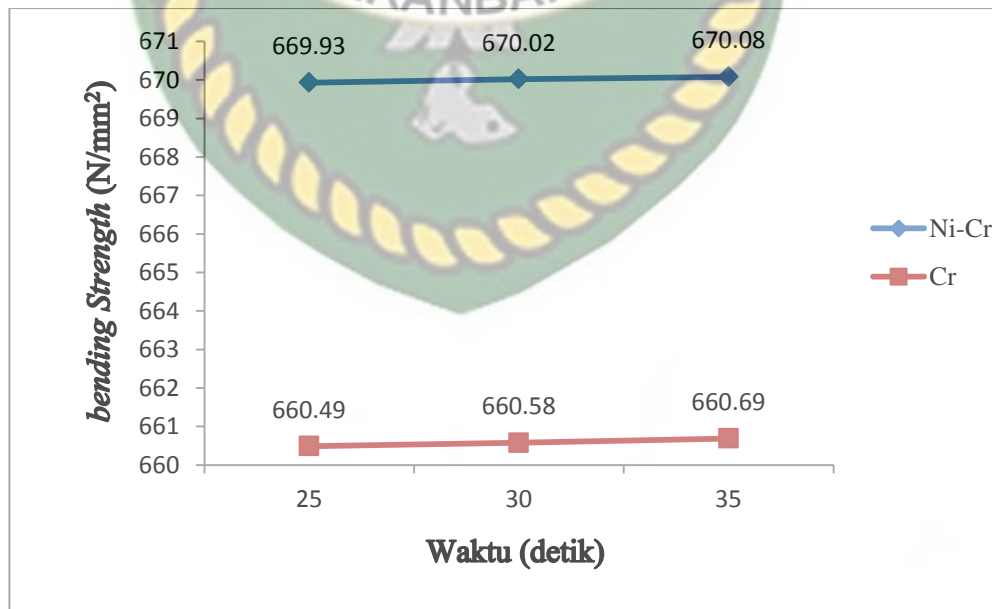
detik dengan beban maksimal sebesar 440.3 N. Sedangkan untuk lapisan Cr dengan waktu pencelupan Cr 25 detik memiliki beban maksimal sebesar 426.4 N, untuk lapisan Cr waktu pencelupan Cr 30 detik memiliki beban maksimal sebesar 426.6 N dan untuk lapisan Cr waktu pencelupan khrom 35 detik memiliki beban maksimal sebesar 427,1 N. Berdasarkan data tersebut maka material hasil pelapisan Ni-Cr memiliki beban maksimal lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pelapisan Cr. Adapun waktu pelapisan tidak banyak mempengaruhi beban bending kemungkinan disebabkan karna waktu pelapisan hanya berbeda 5 detik.



Gambar 4.9 Hasil uji *bending test* pada nilai *yield strength* terhadap spesimen pengujian.

Dari gambar 4.9 dapat dilihat perbedaan antara lapisan Ni-Cr dan Cr dimana hasil *bend test* dari *yield strength*. Dimana hasil *bend test* pada lapisan Ni-Cr dengan waktu pencelupan Ni 30 menit dan waktu pencelupan Cr 25 detik memiliki *yield*

strength sebesar 10.43 N/mm^2 , untuk lapisan Ni-Cr dengan waktu pencelupan Ni 30 menit dan waktu pencelupan Cr 30 detik memiliki *yield strength* yaitu sebesar 10.51 N/mm^2 , dan pada lapisan Ni-Cr dengan waktu pencelupan Cr 30 menit dan waktu pencelupan Cr 35 detik dengan *yield strength* sebesar 10.69 N/mm^2 . Sedangkan untuk lapisan Cr dengan waktu pencelupan khrom 25 detik memiliki *yield strength* sebesar 9.72 N/mm^2 , untuk lapisan Cr waktu pencelupan Cr 30 detik memiliki *yield strength* sebesar 9.76 N/mm^2 dan untuk lapisan Cr waktu pencelupan Cr 35 detik memiliki *yield strength* sebesar 9.83 N/mm^2 . Dari data pengujian *bend test* didapat nilai *yield strength* yang paling besar yaitu pada Ni-Cr dengan waktu pencelupan Ni 30 menit dan waktu pencelupan Cr 35 detik, sedangkan *yield strength* yang terendah yaitu pada lapisan Cr tanpa lapisan Ni dengan waktu pencelupan Cr 25 detik. Hal ini disebabkan karena waktu pencelupan pada ketebalan lapisan spesimen berpengaruh terhadap *yield strength* pada pengujian *bend test*.



Gambar 4.10 Hasil uji *bending test* pada nilai *bending strength* terhadap spesimen pengujian.

Dari gambar 4.10 dapat dilihat perbedaan antara lapisan Ni-Cr dan Cr dimana hasil *bend test* dari *bending strength*. Dimana hasil *bend test* pada lapisan Ni-Cr dengan waktu pencelupan Ni 30 menit dan waktu pencelupan Cr 25 detik memiliki *bending strength* sebesar 669,93 N/mm², untuk lapisan Ni-Cr dengan waktu pencelupan Ni 30 menit dan waktu pencelupan Cr 30 detik memiliki *bending strength* yaitu sebesar 670,02 N/mm², dan pada lapisan Ni-Cr dengan waktu pencelupan Ni 30 menit dan waktu pencelupan Cr 35 detik dengan *bending strength* sebesar 670,08 N/mm². Sedangkan untuk lapisan Cr dengan waktu pencelupan Cr 25 detik memiliki *bending strength* sebesar 660,49 N/mm², untuk lapisan Cr waktu pencelupan Cr 30 detik memiliki *bending strength* sebesar 660,58 N/mm² dan untuk lapisan Cr waktu pencelupan Cr 35 detik memiliki *bending strength* sebesar 660,69 N/mm². Dari data pengujian *bend test* didapat nilai *bending strength* yang paling besar yaitu pada Ni-Cr dengan waktu pencelupan Ni 30 menit dan waktu pencelupan Cr 35 detik, sedangkan *bending strength* yang terendah yaitu pada lapisan Cr tanpa lapisan Ni dengan waktu pencelupan Cr 25 detik. Hal ini disebabkan karena waktu pencelupan pada ketebalan lapisan spesimen berpengaruh terhadap *bending strength* pada pengujian *bend test*.

Dari hasil pengujian bending diatas baik untuk pelapisan Ni-Cr maupun pelapisan Cr, waktu pelapisan tidak banyak berpengaruh pada *yield strength* maupun *bending strength* karna waktu hanya berbeda 5 detik setiap specimen.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pengujian yang ada pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil pengamatan tampak fisik, spesimen yang paling mengkilap adalah pada lapisan Ni-Cr dengan arus 4,5 ampere dengan waktu pencelupan Ni 30 menit dan pencelupan Cr 35 detik dengan ketebalan dan berat lapisan adalah 1,583 mm dan 26,47 gram.
2. Dengan meningkat kuat arus menghasilkan tebal lapisan yang semakin tinggi. Nilai ketebalan tertinggi terjadi pada spesimen dengan kuat arus 4,5 Ampere dengan waktu pencelupan Ni 30 menit dan pencelupan Cr 35 detik yaitu sebesar 0,03321 mm. Sedangkan nilai ketebalan terendah terjadi pada spesimen dengan kuat arus 4,5 A dengan waktu pencelupan Cr 25 detik yaitu sebesar 0,0124 mm.
3. Laju ketebalan lapisan Cr lebih tinggi dari pada laju ketebalan lapisan Ni-Cr yaitu, bahan pelapis Ni pada arus 4,5 A adalah 0,000199 cm/menit, sedangkan pada laju ketebalan bahan pelapis Cr pada arus 4,5 A adalah 0,000203 cm/menit. Hal ini di sebabkan karena adanya pengaruh berat atom dan massa jenis pada bahan pelapis yang berbeda.

4. Pengujian *adhesivitas* pada elektroplating menyimpulkan bahwa tidak ada hasil yang lebih baik itu dikarenakan perbandingan waktu sendiri tidak memiliki banyak perubahan antara pelapisan Ni-Cr dan Cr pada pengujian *bend test*.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengkajian yang lebih mendalam yaitu dengan banyak melakukan percobaan untuk mengetahui secara pasti besar akselerasi laju ketebalan permenitnya dari pelapisan logam yang terjadi.
2. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengujian struktur mikro untuk mengetahui perbedaan komposisi pada lapisan yang dihasilkan.



DAFTAR PUSTAKA

1. Hartono, AJ. dan Kaneko, T., 1995. *Mengenal pelapisan logam (elektroplating)*, Andi offset, Yogyakarta.
2. Saleh, A.A., 1995, *Pelapisan Logam*, Buku Pegangan Industri Elektroplating, Balai Besar Pengembangan Industri Logam dan Mesin, Bandung.
3. Adyani, I.A.S., 2009, *Pengaruh Kuat Arus Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Lapisan Krom Pada Stoneware dan Earthenware*, Jurnal Teknologi Elektro Vol. 8 No. 2 Juli-Desember 2009, Mataram.
4. Hadromi, 2002. *Industri elektroplating kecil dan menengah*, Yogyakarta.
5. Nasser kanani, 2006. *Electroplating basic principles, procces and practice*, publisher Elsevier Ltd.
6. Napitupulu, R.A.M., 2005, *Pengaruh Temperatur dan Waktu Pelapisan Terhadap Laju Pelapisan Nikel Pada Baja Karbon Rendah*, Jurnal Teknik Simetrika, Vol 4 No. 2 Agustus 2005: 345-351, Sumatera Utara.
4. Purwanto, syamsul huda, 2005. *Teknologi industri elektroplating*. universitas diponegoro, Semarang.
5. Raharjo samsudi, 2008. *Pemilihan jenis larutan elektrolit sebagai media pelapis krom keras pada baja karbon rendah*. *Traksi* Vol.8.
6. Valdsas Kvedaras, Jonas Vilys and Vytantas ciuplys, 2006. *Fatigue strength of chromium-plated steel*, Vol 12 No. 1 h 1320-1329.

7. Warak, 2002. *Pengaruh lama waktu pengekruman terhadap ketebalan dan kekerasan permukaan logam yang dilapis krom*, Master thesis ITB, Bandung.
8. Suarsana, I.K., 2008. *Pengaruh Waktu Pelapisan Nikel Pada Tembaga Dalam Pelapisan Khrom Dekoratif*, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram Vol. 2 No. 1, Juni 2008 (48-60), Jimbaran Bali.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau