

**PENGARUH VARIASI WAKTU PELAPISAN PADA PROSES
ELEKTROPLATING ALUMINIUM 6061 YANG DILAPISI
KROM DAN NIKEL TERHADAP UJI KEKASARAN
PERMUKAAN DAN UJI KEKERASAN**

(Skripsi)

Oleh:

YUSUF VIAN MAHMUDI

1615021036



PROGRAM SARJANA TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2023

ABSTRAK

PENGARUH VARIASI WAKTU PELAPISAN PADA PROSES ELEKTROPLATING ALUMINIUM 6061 YANG DILAPISI KROM DAN NIKEL TERHADAP UJI KEKASARAN PERMUKAAN DAN UJI KEKERASAN

Oleh

YUSUF VIAN MAHMUDI

Elektroplating adalah suatu proses pengendapan suatu logam pelindung yang dikehendaki diatas logam lain dengan cara elektrolisa dimana elektrolisa dilakukan dalam suatu bejana yang disebut sel elektrolisa yang berisi larutan elektrolit atau rendaman yang tercelup paling tidak dua elektroda dimana masing-masing elektroda dihubungkan dengan arus listrik, terbagi menjadi kutub positif dan negatif dikenal dengan kutub katoda dan anoda. Penelitian ini mengkaji bagaimana pengaruh waktu pencelupan terhadap hasil pelapisan krom dan nikel terhadap kekasaran permukaan dan kekerasan lapisan krom dan nikel pada proses elektroplating. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium 6061 yang dipotong dengan ukuran 50×50×10 mm. Penelitian ini memvariasikan lama waktu pencelupan 3, 6, 9, dan 12 menit kedalam larutan elektrolit krom dan larutan elektrolit nikel. Hasil dari penelitian ini adalah lamanya waktu pelapisan mempengaruhi nilai kekasaran permukaan dan nilai kekerasan namun pada waktu pelapisan 12 menit mengalami kegagalan pelapisan. Nilai kekasaran permukaan untuk waktu pelapisan 9 menit menjadi waktu pelapisan paling optimal dimana pelapisan nikel menghasilkan nilai kekasaran permukaan sebesar 0,359 μm (penurunan 70%) dan pelapisan krom menghasilkan nilai kekasaran permukaan sebesar 0,286 μm (penurunan 78%). Nilai kekerasan untuk waktu pelapisan 9 menit menjadi waktu pelapisan paling optimal dimana pelapisan nikel menghasilkan nilai kekerasan sebesar 141 HV (kenaikan 22%) dan pelapisan krom menghasilkan nilai kekerasan sebesar 152 HV (kenaikan 31%).

Kata Kunci : Elektroplating, Aluminium 6061, Kekasaran Permukaan, Kekerasan.

ABSTRACT**THE EFFECT OF COATING TIME VARIATION IN THE
ELECTROPLATING PROCESS OF CHROME AND NICKEL COATED
ALUMINUM 6061 ON SURFACE ROUGHNESS TESTS AND HARDNESS
TESTS**

By

YUSUF VIAN MAHMUDI

Electroplating is a process of depositing a desired protective metal on top of another metal by means of electrolysis where electrolysis is carried out in a vessel called an electrolytic cell containing an electrolyte solution or a bath immersed in at least two electrodes where each electrode is connected to an electric current, divided into The positive and negative poles are known as the cathode and anode poles. This study examines how the effect of immersion time on the results of chrome and nickel plating on the surface roughness and hardness of the chrome and nickel coating in the electroplating process. The material used in this study was aluminum 6061 which was cut to a size of 50×50×10 mm. This study varied the length of immersion time of 3, 6, 9, and 12 minutes into the chrome electrolyte solution and nickel electrolyte solution. The result of this research is the length of time of coating affects the value of surface roughness and hardness value but at 12 minutes of coating time the coating fails. The surface roughness value for a coating time of 9 minutes is the most optimal coating time where nickel plating produces a surface roughness value of 0.359 μm (70% decrease) and chrome plating produces a surface roughness value of 0.286 μm (78% decrease). The hardness value for 9 minutes plating time is the most optimal coating time where nickel plating produces a hardness value of 141 HV (22% increase) and chrome plating produces a hardness value of 152 HV (31% increase).

Keywords: Electroplating, Alumunium 6061, Surface Rouhgness Test and Hardness Test.

**PENGARUH VARIASI WAKTU PELAPISAN PADA PROSES
ELEKTROPLATING ALUMINIUM 6061 YANG DILAPISI KROM DAN
NIKEL TERHADAP UJI KEKASARAN PERMUKAAN DAN UJI
KEKERASAN**

Oleh

YUSUF VIAN MAHMUDI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar SARJANA TEKNIK

Pada

JURUSAN TEKNIK MESIN

Fakultas Teknik Universitas Lampung



PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

2023

Judul Skripsi : **PENGARUH VARIASI WAKTU PELAPISAN
PADA PROSES ELEKTROPLATING
ALUMINIUM 6061 YANG DILAPISI KROM
DAN NIKEL TERHADAP UJI KEKASARAN
PERMUKAAN DAN UJI KEKERASAN**

Nama Mahasiswa : **Yusuf Dian Mahmudi**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1615021036**

Program Studi : **Teknik Mesin**

Fakultas : **Teknik**



Komisi Pembimbing 1

Zulhanif, S.T., M.T.
NIP. 19730402 200003 1 002

Komisi Pembimbing 2

Harnowo Supriadi, S.T., M.T.
NIP. 19690909 199703 1 002

Ketua Jurusan
Teknik Mesin

Dr. Amrul, S.T., M.T.
NIP 19710331 199903 1 003

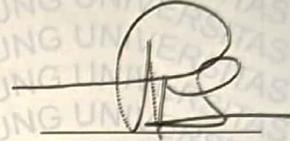
Ketua Program Studi
S1 Teknik Mesin

Novri Tanti, S.T., M.T.
NIP 19701104 199703 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

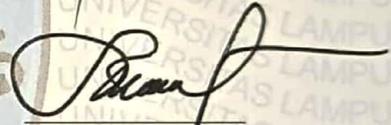
Ketua Penguji : Zulhanif, S.T., M.T.



Anggota Penguji : Harnowo Supriadi, S.T., M.T.



Penguji Utama : Prof. Dr. Sugiyanto, M.T.



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc. }

NIP 19750928/200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 11 April 2023

PERNYATAAN PENULIS

DENGAN INI PENULIS MENYATAKAN SKRIPSI INI DIBUAT SENDIRI OLEH PENULIS DAN BUKAN HASIL PLAGIAT SEBAGAIMANA DIATUR DALAM PASAL 27 PENGATURAN AKADEMIK UNIVERSITAS LAMPUNG DENGAN SURAT KEPUTUSAN REKTOR No. 3187/H26/DT/2010.

YANG MEMBUAT PERNYATAAN



YUSUF VIAN MAHMUDI

NPM. 1615021036

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Metro pada tanggal 12 Februari 1998 sebagai anak pertama dari 4 bersaudara, dari pasangan bapak Rosyadi dan ibu Nurmaningsih.

Pendidikan pertama yang dijalani oleh penulis yaitu Taman Kanak-Kanak (TK) Abadi Perkasa pada tahun 2004, kemudian dilanjutkan dengan tingkat Sekolah Dasar (SD) yang diselesaikan di SD Abadi Perkasa pada tahun 2010. Pada tahun 2010 penulis melanjutkan di Sekolah Menengah Pertama Abadi Perkasa. Pada bulan Agustus 2013 penulis melanjutkan di SMA Sugar Group. Penulis lulus dari SMA Sugar Group pada bulan Juni 2016.

Tahun 2016 penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi S1 Teknik Mesin di Universitas Lampung. Kemudian selama menjadi mahasiswa teknik mesin penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin (HIMATEM). Pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai anggota divisi organisasi dan kepemimpinan HIMATEM. Penulis melakukan Kuliah Kerja Nyata di Kelurahan Hadimulyo Barat, Kecamatan Metro Pusat, Kota Metro dan pada 2019 penulis melakukan Kerja Praktek di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, Unit Pelabuhan Tarahan dengan topik yang dibahas “ANALISIS PERHITUNGAN PENGGUNAAN KAWAT LAS TERHADAP PROSES PERAWATAN GIGI PADA UPPER ROLL DRUM QUADROLL CRUSHER DI SATUAN KERJA PERAWATAN MESIN PT. BUKIT ASAM (PERSERO)TBK, UNIT PELABUHAN TARAHAN”. Pada tahun Juli 2022 penulis mulai melakukan penelitian dengan membaca studi literatur dan mempelajari pelapisan berjenis elektroplating dan melakukan pelapisan elektroplating pada alumunium 6061 yang diuji kekasaran permukaan dan kekerasan dibawah bimbingan Bapak Zulhanif, S.T.,M.T selaku pembimbing pertama dan Bapak Harnowo Supriadi, S.T.,M.T selaku pembimbing kedua penulis.

MOTTO

THE PAIN WILL LEAVE ONCE IT HAS FINISHED TEACHING YOU.

(BRUCE LEE)

Ketika banjir datang, ikan akan memakan semut, tetapi ketika banjir mengering, semut akan memakan ikan. Itu adalah bukti dasar bahwa kehidupan akan selalu memberikan kesempatan yang sama pada setiap makhluk, jadi tidak ada kalimat "HIDUP ITU TIDAK ADIL".

(Iko Uwais – Film Headshot 2016)

An idiot? It's Nothing. A failure? It's Absolutely.

(Frigga – Avengers: Endgame 2016 Movie)

**A MISTAKE THAT MAKES YOU HUMBLE IS BETTER THAN AN
ACHIEVEMENT THAT MAKES YOU ARROGANT.**

(Unknown)

No one will **COME** to **HELP** you. Your **LIFE** is **100%** your
RESPONSIBILITY.

(Yusuf Vian Mahmudi)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbil'alamin, dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat, rizki dan karunia yang Engkau berikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Teriring doa, rasa syukur dan segala kerendahan hati. Dengan segala cinta dan kasih sayang ku persembahkan karya ini untuk orang-orang yang sangat berharga dalam hidupku:

Kedua Orang Tua dan Saudara Kandung

Ayah dan Ibu serta Semua Adik Kandungku

Terimakasih atas doa, dukungan dan usaha yang selalu diberikan demi keberhasilan puteranya sehingga mampu menyelesaikan pendidikan Sarjana Teknik Mesin di Universitas Lampung.

Keluarga Besar dari Ayah dan Ibu

Terimakasih telah mendukung dan mendoakan yang telah diberikan sehingga dapat terselesaikan tugas akhir ini.

Seluruh Teman-Temanku

Terimakasih atas semua dukungan dan bantuan yang telah diberikan.

Almamater Tercinta

UNIVERSITAS LAMPUNG

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, syukurku panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Variasi Waktu Pelapisan Pada Proses Elektroplating Alumunium 6061 Yang Dilapisi Krom Dan Nikel Terhadap Uji Kekasaran Permukaan Dan Uji Kekerasan”. Tujuan dari penulisan skripsi ini yaitu sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar S1 dan untuk melatih mahasiswa dalam berfikir cerdas dan kreatif dalam menulis karya ilmiah. Penulis menyadari masih adanya beberapa kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam pembuatan skripsi ini.

Penulis,

Yusuf Vian Mahmudi

SANWACANA

Assalamu'alaikum Warahmatullohi Wabarokatuh

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karna atas rahmat, hidayah, dan lindungannya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dan menyelesaikan laporan skripsi dengan lancar dan tetap dalam keadaan sehat. Shalawat serta salam tak lupa penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya menuju kehidupan yang berakhlak dan berilmu yang baik sehingga dapat menjalani kehidupan dengan baik dan benar. Skripsi ini dibuat sebagai sebuah karya tulis yang merupakan hasil dari pengerjaan tugas akhir yang telah dilakukan. Diharapkan karya tulis ini dapat menjadi salah satu bentuk perkembangan dalam ilmu di bidang material, terkhusus pada pelapisan elektroplating. Skripsi ini juga merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Semoga karya tulis ini dapat membawa manfaat bagi pembacanya dan dapat dikembangkan lebih jauh lagi.

Selesainya skripsi ini tidak luput dari bantuan, bimbingan dan arahan dari semua pihak, oleh karena itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis, Rosyadi dan Nurmaningsih yang selalu mendampingi dan mendoakan penulis sehingganya penulis dapat tetap bersemangat dalam menjalankan studi Teknik Mesin.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung
4. Bapak Dr. Amrul, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.

5. Ibu Novri Tanti, S.T., M.T., selaku Kepala Prodi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
6. Bapak Zulhanif, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia mendidik dan meluangkan waktu untuk membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
7. Bapak Harnowo Supriadi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
8. Bapak Prof. Dr. Sugiyanto, M.T., selaku Dosen Penguji dalam skripsi ini. Terimakasih untuk masukan dan saran-saran pada seminar proposal dan hasil terdahulu.
9. Seluruh Dosen di Teknik Mesin Universitas Lampung yang telah mengajarkan banyak pengetahuan kepada penulis.
10. Seluruh staff dan karyawan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
11. Adi Saputra, Eko Yohannes S., dan Teman – teman Angkatan 2016 yang selalu mendengarkan keluhan, memberikan motivasi, dan memberi dorongan semangat. Semoga kebersamaan kita tetap terjaga.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis namun tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, penulis ucapkan terima kasih semoga Allah Yang Maha Pengasih membalas segala kebaikan kalian.

Penulis menyadari bahwa isi skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik dari semua pihak yang bersifat membangun dalam rangka penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bandar Lampung, 11 April 2023

Penulis,

Yusuf Vian Mahmudi

NPM. 1615021036

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
HALAMAN JUDUL	iv
LEMBAR PENGESAHAN	v
MENGESAHKAN.....	vi
PERNYATAAN PENULIS	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN.....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Sistematika Penulisan.....	4
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengertian Alumunium	6
2.2 Alumunium 6061	7
2.3 <i>Electroplating</i>	8

2.4 Prinsip Dasar Elektroplating	8
2.5 Unsur-Unsur Pokok Elektroplating.....	9
2.5.1 <i>Rectifier</i>	9
2.5.2 Larutan Elektrolit	10
2.5.3 Anoda	11
2.5.4 Katoda	11
2.6 Jenis Pelapisan Logam	11
2.7 Jenis-Jenis Elektroplating.....	12
2.7.1 Pelapisan Tembaga.....	12
2.7.2 Pelapisan Nikel.....	13
2.7.3 Pelapisan <i>Chromium</i>	14
2.8 Uji Kekerasan.....	15
2.8.1 Metode Pengujian Kekerasan <i>Brinell</i>	16
2.8.2 Metode Pengujian Kekerasan <i>Rockwell</i>	16
2.8.3 Metode Pengujian Kekerasan <i>Vickers</i>	17
2.9 Pengujian Kekerasan Mikro Vickers	18
2.10 Kekasaran Permukaan.....	19
2.11 Pengujian Kekasaran.....	20
2.11.1 Alat Pengujian Kekasaran Permukaan SJ-210	20
III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.1.1 Tempat Penelitian.....	22
3.1.2 Tempat Pemotongan Spesimen	22
3.1.3 Tempat Pelapisan Spesimen.....	22
3.1.4 Waktu Penelitian	22
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.2.1 Alat	23
3.2.2 Bahan.....	32

3.3 Dimensi Spesimen Uji Mikrovikers.....	36
3.4 Prosedur Penelitian.....	37
3.5 Diagram Alur Penelitian	40
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1 Hasil dan Pembahasan Pelapisan Elektroplating	41
4.2 Hasil dan Pembahasan Pengujian Kekasaran Permukaan.....	44
4.3 Hasil dan Pembahasan Pengujian Kekerasan.....	47
V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Skema <i>Electroplating</i> (Sukarjo, 2018).....	9
Gambar 2.2 Skema Proses <i>Electroplating</i> Tembaga (Prabowo, 2021).....	12
Gambar 2.3 Skema Proses <i>Electroplating</i> Nikel (Prabowo, 2021).....	13
Gambar 2.4 Alat Uji <i>Vickers Microhardness Test</i> (Rauf dkk, 2018).....	19
Gambar 2.5 Mitutoyo <i>Surface SJ-210</i> (Dwijana, 2019)	21
Gambar 3.1 Mesin Gerinda Tangan	23
Gambar 3.2 Jangka Sorong	24
Gambar 3.3 Mesin Bor	24
Gambar 3.4 Mesin Amplas	25
Gambar 3.5 Kawat	25
Gambar 3.6 Tang Potong	26
Gambar 3.7 <i>Rectifier</i>	26
Gambar 3.8 Trafo DC	27
Gambar 3.9 <i>Heater</i>	27
Gambar 3.10 Bak Pelapisan Nikel	28
Gambar 3.11 Bak Pelapisan Krom.....	28
Gambar 3.12 Bak Pembersih.....	29
Gambar 3.13 <i>Stopwatch</i>	29
Gambar 3.14 Alat Uji <i>Hardness Tester</i>	30
Gambar 3.15 Alat Uji Kekasaran Permukaan SJ-210.....	32
Gambar 3.16 Benda Uji Alumunium 6061	34
Gambar 3.17 Langsol	34

Gambar 3.18 Zinkat	35
Gambar 3.19 Asam Sulfat	35
Gambar 3.20 Larutan Elektrolit Krom	36
Gambar 3.21 Larutan Elektrolit Nikel	36
Gambar 3.22 Dimensi Spesimen Uji Kekerasan Mikrovickers	37
Gambar 4.1 Raw Material	43
Gambar 4.2 Dilapisi Nikel	43
Gambar 4.3 Dilapisi Krom	43
Gambar 4.4 Material yang Dilapisi dengan Waktu Pelapisan 12 Menit	44
Gambar 4.5 Grafik Hasil Uji Kekasaran Permukaan	46
Gambar 4.6 Grafik Hasil Uji Kekerasan	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi Alumunium dan Paduannya (Widyantoro, 2018).....	7
Tabel 2.2 Tabel Komposisi Al-6061 (Randiko, 2014).....	7
Tabel 3.1 Spesifikasi Alat Mikro Vickers.....	30
Tabel 3.2 Spesifikasi Alat Ukur Kekasaran Mitutoyo SJ-210	31
Tabel 3.3 Komposisi Alumunium Paduan Al-6061 (Malisy, 2018)	32
Tabel 3.4 Sifat Fisik Alumunium Paduan Al-6061 (Malisy, 2018).....	33
Tabel 3.5 Sifat Mekanik Alumunium Paduan Al-6061 (Malisy, 2018).....	33
Tabel 4.1 Data Penelitian Uji Kekasaran Permukaan	45
Tabel 4.2 Data Penelitian Hasil Uji Kekerasan.....	47

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur saat ini semakin maju seiring dengan perkembangan jaman dan teknologi. Proses produksi peralatan rumah tangga, pesawat terbang, mobil, kapal laut, dan konstruksi banyak membutuhkan bahan baku dari logam, terutama baja dan alumunium. Alumunium seringkali digunakan sebagai bahan pembuat komponen mesin seperti *piston*, *engine block*, *gear* dan komponen lainnya karena ringan, serta memiliki tingkat kekerasan dan keuletan yang tinggi. Tetapi hingga saat ini masih sering timbul permasalahan dalam hal kekerasan permukaan yang karena terkena pengaruh gaya luar berupa benturan sehingga terjadi deformasi atau perubahan bentuk (Pradani, 2020).

Menurut Winata (2022), Pelapisan logam ini merupakan suatu cara yang dapat mempengaruhi karakteristik yaitu dengan memberikan sifat dari ketebalan pelapisan, kekerasan dan struktur permukaan pada benda kerja, dimana diharapkan benda tersebut mengalami pengaruh dalam hal struktur permukaan maupun ketahanan korosinya. Ketebalan hasil pelapisan dipengaruhi oleh kuat arus maupun lama pencelupan, krom yang dilapiskan pada baja karbon akan semakin tebal seiring dengan penambahan variasi kuat arus pencelupan

Alumunium 6061 merupakan paduan aluminium yang pada umumnya diaplikasikan untuk otomotif maupun alat-alat konstruksi. Paduan alumunium 6061 mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan seperti tahan terhadap korosi, bisa dilaku panas, ketangguhan baik, serta sifat mampu las yang baik, sehingga banyak industri maju menggunakan material ini sebagai bahan utama untuk perancangan alat maupun konstruksi. Selain itu Alumunium seri 6061

juga sering digunakan untuk diaplikasikan pada temperatur dibawah nol derajat, tangki-tangki LNG, bejana tekanan temperatur rendah, peralatan kelautan, rig pengeboran, struktur rangka bangunan, pembangunan struktur pesawat seperti sayap dan badan pesawat, cano, gerbong kereta api, dan konstruksi kapal pesiar (Widyantoro,2018)

Pada penelitian A Niam dkk (2017), alumunium batangan yang di potong dengan ukuran. Penelitian ini memvariasikan lama waktu pencelupan 30, 45 dan 60 menit kedalam larutan elektrolit. Hasil dari penelitian ini semakin lama waktu pencelupan nilai kekerasan dan nilai kekasaran permukaan alumuniumnya. Nilai maksimum kekerasan 176.2 VHN dan nilai maksimum kekasaran permukaan lapisan krom adalah 0.25 μm pada variasi waktu pencelupan 60 menit.

Pada penelitian Afriany dkk (2012), Aluminium dilapisi nikel dengan proses electroplating pada temperatur 30°C, kuat arus 0.4 A dengan variasi waktu pelapisan 10, 15 dan 20 menit dalam Larutan I (200 g/L nikel sulfat, 175 g/L nikel khloride, 40 g/L boric acid) dan Larutan II (330 g/L nikel sulfat, 45 g/L nikel khloride, 38 g/L boric acid). Setelah dilapisi, dilakukan pengujian kekerasan permukaan dengan menggunakan indentasi mikro Vickers dengan pembebanan 10 gram. Pelapisan nikel pada aluminium telah menyebabkan kenaikan kekerasan yang sangat signifikan, yakni pada Larutan I kenaikan tertinggi mencapai 330% (33 ke 141VHN) dan pada Larutan II mencapai 366% (33 ke 153VHN). Nilai kekerasan lapisan nikel pada Larutan II lebih besar dibanding Larutan I. Nilai kekerasan tertinggi pada Larutan I dan Larutan II ini diperoleh pada waktu pelapisan selama 15 menit. Pada waktu pelapisan 10 dan 15 menit terjadi peningkatan kekerasan permukaan, namun terjadi penurunan kekerasan permukaan untuk waktu pelapisan 20 menit.

Pada penelitian Samual (2012) Spesimen dilapisi tembaga (tegangan 12V, selama 5 detik), kemudian dilapisi nikel (tegangan 1V, 2V, 3V, 4V, selama 5, 10 ,15, 20, 25 menit), variasi tegangan dan waktu pada pelapisan nikel

merupakan variabel bebas dari penelitian ini, setelah itu dilapisi krom (tegangan 12V, selama 5 detik). Pengujian spesimen dilakukan untuk mengetahui kekerasan dan kekasaran permukaan. Uji kekerasan dengan metode mikro *Vickers* dengan beban 10gr, dan uji kekasaran permukaan dengan *roughness tester*. Hasil uji kekerasan menunjukkan kekerasan permukaan spesimen dasar (raw material) = 38,3 VHN, kekerasan tertinggi ditunjukkan pada spesimen (2V, 25 menit) = 229 VHN dan spesimen (3V, 20 menit) = 229VHN, terjadi peningkatan sebesar 497,9% dibanding kekerasan spesimen dasar. kekasaran permukaan spesimen dasar ($R_a = 0,40 \mu\text{m}$) sedangkan kekasaran permukaan spesimen setelah dilapisi ($R_a = 0,10 \mu\text{m}$) terjadi penurunan kekasaran permukaan sebesar 300% dibanding dengan kekasaran spesimen dasar.

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah dengan melakukan pelapisan logam dengan jenis pelapisan elektroplating pada Alumunium Al-6061 dengan menggunakan media larutan krom dan nikel untuk mengetahui perbedaan dari segi kekasaran dan kekerasannya dimana menggunakan perbedaan variasi tegangan dan variasi waktu pada setiap spesimen yang dilakukan pengujian. Untuk mengetahui nilai kekasarannya digunakan alat ukur kekasaran *Roughness Surface Tester* dan nilai kekerasannya dengan alat ukur kekerasan *Hardness Tester* dengan metode *vickers microhardness test*.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dalam penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui nilai hasil uji kekasaran permukaan pada Alumunium 6061 akibat pengaruh variasi waktu pelapisan elektroplating nikel dan krom.
2. Mengetahui nilai hasil uji kekerasan pada Alumunium 6061 akibat pengaruh variasi waktu pelapisan elektroplating nikel dan krom.

1.3 Batasan Masalah

Pada penulisan laporan penelitian tugas akhir, penulis membatasi masalah dengan pelapisan pada Aluminium 6061 dengan krom dan nikel, adapun batasan masalah yang diberikan pada penelitian ini, yaitu:

1. Material yang digunakan adalah Aluminium seri 6061.
2. Jenis pelapisan adalah elektroplating dengan media pelapis krom dan nikel.
3. Tegangan yang digunakan pada pelapisan krom adalah 6 volt dengan waktu pelapisan 3, 6, 9 dan 12 menit.
4. Tegangan yang digunakan pada pelapisan nikel adalah 6 volt dengan waktu pelapisan 3, 6, 9 dan 12 menit.
5. Pengambilan data dengan melakukan pengujian kekasaran dan pengujian kekerasan dengan metode *Vickers Microhardness Test*.

1.4 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

I. PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah penelitian dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang teori-teori dasar yang berkaitan dengan penelitian.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Berisi mengenai waktu dan tempat penelitian, alur dan tahapan, serta metode dan langkah dalam pengujian yang dilakukan oleh penulis dalam pelaksanaan penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang data hasil pengujian dan olahan data hasil penelitian yang telah dilakukan beserta pembahasan pengaruh berbagai parameter yang ada pada penelitian ini.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi simpulan dari hasil penelitian yang diperoleh serta saran yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi referensi yang digunakan oleh penulis dalam menyusun laporan penelitian.

LAMPIRAN

Berisi data lengkap seperti tabel, gambar, dan beberapa data pendukung untuk menunjang kredibilitas laporan penelitian ini

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Alumunium

Menurut Widyantoro (2018), Aluminium merupakan unsur kimia golongan IIIA dalam sistim periodik unsur, dengan nomor atom 13 dan berat atom 26,98 gram per mol. Struktur kristal aluminium adalah struktur kristal FCC, sehingga aluminium tetap ulet meskipun pada temperatur yang sangat rendah. Keuletan yang tinggi dari aluminium menyebabkan logam tersebut mudah dibentuk atau mempunyai sifat mampu bentuk yang baik. Aluminium memiliki beberapa kekurangan yaitu kekuatan dan kekerasan yang rendah bila dibanding dengan logam lain seperti besi dan baja. Aluminium memiliki karakteristik sebagai logam ringan dengan densitas 2,7 g/cm³.

Penggunaan paduan Aluminium pada industri manufaktur otomotif terus meningkat, khususnya pembuatan komponen dengan proses pengecoran atau casting misalnya untuk pembuatan blok mesin, kepala silinder dan velg. Seiring dengan semakin bertambahnya kepemilikan sepeda motor dari masyarakat Indonesia, maka membawa konsekuensi akan kebutuhan suku cadang sepeda motor. Penggunaan bahan untuk pembuatan suku cadang sepeda motor saat ini semakin berkembang salah satunya adalah paduan aluminium, karena mempunyai sifat ringan, ulet, mudah dibentuk, mudah dikerjakan dengan mesin, konduktivitas panas dan listrik tinggi, tahan terhadap korosi dari berbagai macam bahan kimia, ratio terhadap beban tinggi, tidak beracun, memantulkan cahaya dan tidak bersifat magnetik (Koten, 2016).

Aluminium menjadi material yang banyak diminati oleh masyarakat dikarenakan harganya yang cukup terjangkau serta mudah didapatkan. Penggunaan alumunium dalam kehidupan banyak digunakan bukan karena

harganya saja yang murah tetapi karena aluminium mudah dibentuk, konduktor panas yang baik dan tahan korosi. Selain itu aluminium banyak digunakan untuk pembuatan transportasi, konstruksi dan bangunan serta aksesoris karena memiliki sifat yang lunak dan warnanya yang mengkilap.

Tabel 2.1 Klasifikasi Aluminium dan Paduannya (Widyantoro, 2018)

Seri	Paduan
1000	Al Murni
2000	Al-Cu (Tembaga)
3000	Al-Mn (Mangan)
4000	Al-Si (Silikon)
5000	Al-Mg (Magnesium)
6000	Al-Mg-Si (Magnesium-Silikon)
7000	Al-Zn (Seng)

2.2 Aluminium 6061

Aluminium 6061 termasuk dalam aluminium paduan seri 6xxx dimana angka pertama menunjukkan unsur paduan yang paling dominan yaitu magnesium dan silikon (Mg.Si). Aluminium seri 6061 adalah salah satu jenis material yang banyak penerapannya pada industri maju karena memiliki keunggulan dari bagian sisi yaitu seperti kemampuan permesinan yang baik, dan ringan, serta tahan terhadap korosi. Berikut adalah kandungan paduan pada Aluminium 6061.

Tabel 2.2. Tabel Komposisi Al-6061 (Randiko, 2014)

Element	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn
Contents	97,32	0,69	0.25	0.31	0.08	0.99	0.16	0.01

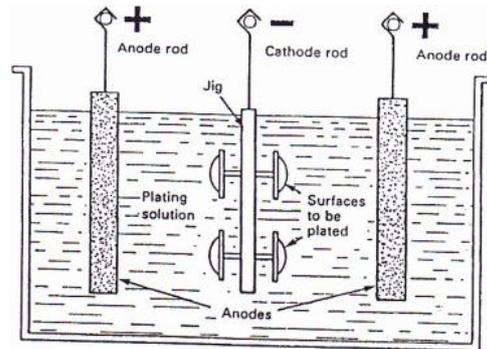
2.3 Electroplating

Elektroplating adalah suatu proses pengendapan suatu logam pelindung yang dikehendaki diatas logam lain dengan cara elektrolisa. Biasanya elektrolisa dilakukan dalam suatu bejana yang disebut sel elektrolisa yang berisi larutan elektrolit atau rendaman. Pada rendaman ini tercelup paling tidak dua elektroda. Masing-masing elektroda dihubungkan dengan arus listrik, terbagi menjadi kutub positif dan negatif dikenal dengan kutub katoda dan anoda. Komponen-komponen yang berperan penting dalam suatu proses elektroplating adalah larutan elektrolit (sumber pelapis), anoda, katoda (bahan uji), dan sirkuit luar. Mengalirnya arus searah melalui suatu larutan berkaitan dengan gerak partikel bermuatan (ion). Ujung-ujung keluar masuknya arus dari/ke larutan disebut elektroda. Seperti diketahui, pada bagian anoda reaksi yang terjadi adalah reaksi kimia sedangkan pada katoda reaksinya adalah reaksi reduksi. Pergerakan dari ion-ion larutan yang ada menyebabkan terjadinya kedua macam reaksi pada sistem elektrolisa tersebut. Ion yang bergerak migrasi ke anoda disebut anion, sedangkan yang bergerak ke katoda disebut kation. Jika arus listrik dialirkan ke dalam larutan elektrolit (larutan pelapis) akan terjadi aliran ion-ion dalam larutan. Ion positif bermigrasi ke arah elektroda negatif (katoda) dan ion negatif bermigrasi ke arah elektroda positif (anoda), bersamaan dengan ini terjadi proses pemindahan muatan pada kedua elektroda. Migrasi dari ion-ion tersebut menimbulkan reaksi reduksi (katoda/benda kerja) dan reaksi kimia (anoda). Tujuan dari elektroplating sendiri selain untuk mempertinggi nilai dekoratif juga berfungsi sebagai proteksi terhadap korosi dan untuk menghasilkan benda atau logam yang mempunyai karakteristik fisik dan mekanik tertentu (Jamaludin, 2019).

2.4 Prinsip Dasar Elektroplating

Prinsip dasar dari proses lapis listrik berpedoman atau berdasarkan pada HUKUM FARADAY yang menyatakan jumlah zat-zat (unsur-unsur) yang terbentuk dan terbebas pada elektroda selama elektrolisasi sebanding dengan

jumlah arus listrik yang mengalir dalam larutan elektrolit. Jumlah zat-zat (unsur-unsur) yang dihasilkan oleh arus listrik yang sama selama elektrolisis adalah sebanding dengan berat ekivalen masing-masing zat tersebut. (Sukarjo,2018).



Gambar 2.1 Skema *Electroplating*
(Sumber:Sukarjo,2018)

Hukum Faraday sangat hubungannya dengan efisiensi arus yang terjadi pada proses pelapisan secara listrik. Efisiensi arus adalah perbandingan berat endapan yang terjadi dengan berat endapan secara teoritis dan dinyatakan dalam persen. Dalam proses lapis listrik, arus diinginkan dalam kondisi yang konstan, maksud dari pernyataan tersebut adalah tegangan tidak akan berubah atau terpengaruh oleh besar kecilnya arus yang terpakai. Sehingga untuk memvariabelkan ampere, maka yang divariabelkan hanyalah tahanannya saja, sedangkan voltase-nya tetap (Sukarjo,2018).

2.5. Unsur-Unsur Pokok Proses *Electroplating*

2.5.1. *Rectifier*

Arus listrik berfungsi sebagai sumber daya penghantar untuk memindahkan, menarik ion-ion positif dari anoda. Arus listrik yang digunakan pada proses elektroplating adalah arus searah atau DC (*direct current*). Untuk mendapatkan arus listrik tersebut diatas digunakan *rectifier* dimana arus yang dikeluarkan oleh *rectifier* ini bersifat arus

searah, tegangannya konstan dan besar arus yang mengalir dapat divariasikan.

2.5.2. Larutan elektrolit

Larutan adalah suatu sistem campuran yang homogen yang mengandung dua atau lebih zat. Dihasilkan bila zat cair, gas atau padat dilarutkan didalam suatu bahan pelarut. Umumnya jumlah zat yang sedikit disebut zat terlarut (*solute*) dan zat yang jumlahnya lebih besar disebut pelarut (*solven*). Komposisi zat terlarut dan pelarut dalam larutan disebut konsentrasi larutan, sedangkan proses pencampuran zat terlarut dan pelarut membentuk larutan disebut pelarutan atau solvasi. Sedangkan elektrolit adalah suatu zat yang akan terurai menjadi ion-ion positif atau negatif bila dilarutkan didalam air dan bersifat penghantar listrik.

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

Istilah-istilah elektrolit kuat dan elektrolit lemah diambil dari daya hantar listriknya. Elektrolit kuat sudah tentu mempunyai daya hantar yang kuat karena mengandung jumlah ion yang lebih besar/banyak bila dibandingkan dengan elektrolit lemah. Memang tidak mudah membedakan apakah suatu larutan elektrolit yang terasosiasi termasuk elektrolit yang lemah atau pasangan ion. Hal ini harus dari interaksi ion dan ion dengan bahan pelarutnya.

2.5.3. Anoda

Anoda adalah suatu terminal positif dalam larutan elektrolit. Fungsi dari anoda adalah sebagai sumber bahan baku yang akan dibawa melalui elektrolit kepada permukaan katoda. Anoda biasanya dipilih dari logam murni yaitu untuk menjamin kebersihan elektrolit pada saat proses *electroplating*. Adanya arus listrik (DC) yang mengalir melalui larutan elektrolit diantara anoda dan katoda, maka pada anoda akan terjadi pelepasan ion-ion logam dan oksigen (reduksi), selanjutnya ion-ion logam tersebut diendapkan pada katoda.

2.5.4. Katoda

Katoda adalah elektroda negatif dalam larutan elektrolit dimana pada katoda ini terjadi penempelan ion-ion yang tereduksi dari anoda. Pada proses *electroplating*, katoda dapat diartikan sebagai benda kerja yang akan dilapis. Katoda bertindak sebagai logam yang akan dilapisi atau produk yang bersifat menerima ion. Katoda dihubungkan ke kutub negatif dari arus listrik. Katoda harus bersifat konduktor supaya proses *electroplating* dapat berlangsung dan logam pelapis menempel pada katoda.

2.6 Jenis Pelapisan Logam

- 1) Pelapisan Dekoratif Pelapisan dekoratif bertujuan untuk menambah keindahan tampak rupa/secara tampilan suatu produk atau benda kkerja. Pelapisan ini sangat digemari oleh masyarakat karena warna yang cemerlang tidak mudah terkorosi dan dapat bertahan lama.
- 2) Pelapisan Protektif Pelapisan protektif bertujuan untuk melindungi logam/benda kerja dari pengaruh korosi yang disebabkan oleh reaksi dengan lingkungan. Hal ini disebabkan karena logam pelapis dapat memutus interaksi dengan lingkungan sehingga akan terhindar dari proses oksidasi.

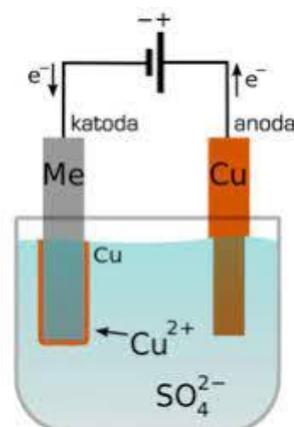
- 3) Pelapisan untuk sifat khusus permukaan Pelapisan ini bertujuan untuk mendapatkan sifat khusus pada permukaan benda kerja/suatu produk akhir misalnya sifat mekaniknya seperti kekerasan. Selain itu juga dapat mendapatkan sifat fisik yang lebih baik misalnya ketebalan lapisan serta tampak rupa secara tampilan. Dengan kata lain pelapisan ini merupakan paduan antara pelapisan dekoratif dan protektif untuk mendapatkan sifat khusus pada permukaan yang lebih baik. Salah satu pelapisan yang sering diaplikasikan adalah pelapisan dengan krom(Sukarjo,2018).

2.7 Jenis-Jenis *Elektroplating*

Jenis-jenis *elektroplating* sangatlah banyak dan juga berbeda dalam hal prosesnya, berikut adalah jenis-jenis *elektroplating* :

2.7.1 Pelapisan Tembaga

Tembaga mempunyai sifat lunak dan ulet, tidak terlalu teroksidasi oleh udara. Karena sifatnya pula yang elektropositif (mulia), tembaga mudah diendapkan oleh logam yang deret daya gerak listriknya lebih tinggi semisal besi. *Plating* tembaga mudah dilakukan demikian pula dengan larutannya yang mudah dikontrol. Tembaga bagus digunakan sebagai lapisan dasar sebelum plating berikutnya (Prabowo,2021).

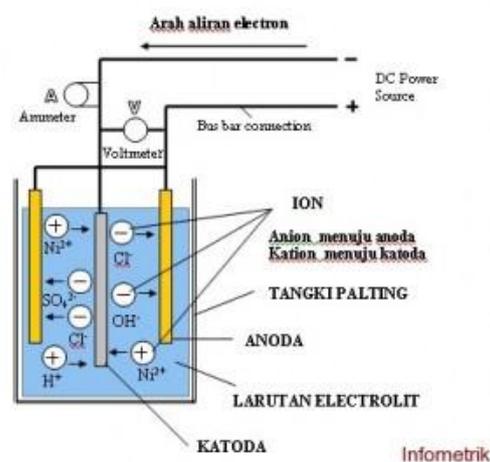


Gambar 2.2 Skema Proses *Elektroplating* Tembaga
(Sumber: Prabowo,2021)

Pada proses *electroplating* terhadap baja karbon rendah yang akan dilapisi tembaga, maka elektrolit yang digunakan adalah elektrolit tembaga (CuSO_4) dengan anoda tembaga (Cu). Saat proses *electroplating*, pada anoda dan katoda terjadi perubahan potensial akibat adanya aliran arus listrik searah, sehingga anoda tembaga akan terurai ke dalam media larutan elektrolit yang mengandung ion-ion tembaga, yang akhirnya bergerak ke katoda dan menempel kuat. Untuk larutan elektrolit yang digunakan pada proses pelapisan tembaga dibagi menjadi dua yaitu jenis basa (tembaga sianida dan tembaga *pyrophosphat*) dan jenis asam (tembaga sulfat dan tembaga *fluoborat*)(Prabowo,2021).

2.7.2 Pelapisan Nikel

Pelapisan nikel pada besi banyak sekali dilaksanakan baik untuk tujuan pencegahan karat ataupun untuk menambah keindahan. Dengan hasil lapisannya yang mengkilap maka dari segi ini nikel adalah paling banyak diinginkan untuk melapis permukaan. Nikel mempunyai berat jenis sedang dalam deretan logam berst dengan titik leleh dan titik didih agak tinggi, yaitu berat jenis 8,9 gr/cm^3 , titik leleh 1.455 $^\circ\text{C}$ dan titik didih 2900 $^\circ\text{C}$ logam bersifat keras, dapat ditempa dan dapat dibengkokkan (Prabowo,2021).



Gambar 2.3 Skema Proses *Electroplating* Nikel
(Sumber: Prabowo, 2021)

Adapun larutan elektrolit dalam pelapisan nikel terbagi menjadi 6 yaitu larutan watt's, larutan nikel sulfat, larutan nikel klorida tinggi, larutan sulfamat, larutan nikel fluoborat, dan larutan nikel hitam.

2.7.3 Pelapisan *Chromium*

Selain *nickel* maka pelapisan *chrome* banyak dilaksanakan untuk mendapatkan permukaan yang menarik. Karena sifat khas *chrome* yang sangat tahan karat maka pelapisan *chrome* mempunyai kelebihan tersendiri bila dibandingkan dengan pelapisan lainnya. Selain sifat dekoratif dan atraktif dari pelapisan *chrome*, keuntungan lain dari pelapisan *chrome* adalah dapat dicapainya hasil pelapisan yang keras. Sumber logam *chrome* didapat dari asain *chrome*, tapi dalam perdagangan yang tersedia adalah *chrome* oksida (Cr_2O_3) yang berbentuk serbuk. Prinsip dasar pelapisan *chrome* adalah perpindahan partikel dari plat anoda (yang terhubung dengan kutub positif (+) sumber arus) dengan plat katoda (benda kerja/benda yang akan di chrom yang terhubung dengan kutub negatif (-) sumber arus) melalui media larutan kimia (Sukarjo,2018).

Pelapisan krom dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

- 1) Krom dekoratif Pelapisan krom dekoratif (*Decoratif Chrome Plating*) benda yang akan dilapisi terlebih dahulu dilapisi oleh tembaga dan nikel serta untuk pengerjaan akhir dilapisi dengan krom yang tipis. Tebal lapisan berkisar 0,25-0,5 mikron. Lapisan ini menghasilkan penampilan yang cemerlang dan berkilau. Lapisan krom dekoratif tahan terhadap abrasi dan banyak digunakan untuk pelapisan perabot rumah tangga, *spare part* kendaraan bermotor, alat-alat medis, dan lain-lain.
- 2) Krom keras Pelapisan krom keras (*Hard Chrome Plating*) dengan sifatsifat krom untuk mendapatkan hasil yang tahan panas, tahan gores, korosi, dan koefisien rendah. Pelapisan krom keras dilakukan

dengan langsung melapisi benda dengan krom tanpa ada pelapisan perantara. Lapisan pada krom keras lebih tebal dari pada krom dekoratif dengan ketebalan berkisar 0,1- 0,3 mm. Manfaat yang didapat dari krom keras diantara logam tersebut :

- a) Lebih tahan terhadap karat
- b) Dihasilkan lapisan yang lebih keras menjadikan tahan terhadap gesekan
- c) Permukaan logam juga lebih licin
- d) Material terlindungi terhadap karat, gesekan, suhu, dan goresan

2.8 Uji Kekerasan

Kekerasan ialah salah satu bentuk sifat mekanik dari suatu pengujian material, dan didefinisikan sebagai ketahanan sebuah material (benda kerja) terhadap penetrasi atau daya tembus dari bahan lain yang akan lebih keras (*penetrator*) kekerasan merupakan suatu sifat dari bahan yang sebagian besar dipengaruhi oleh unsur-unsur paduan dan kekerasan dari suatu bahan tersebut dapat berubah bila dikerjakan dengan *cold worked* seperti pengerolan, penarikan, pemakanan serta kekerasan dapat dicapai sesuai kebutuhan dengan perlakuan panas (Nasution,2020).

Kekerasan suatu bahan dapat diketahui dengan pengujian kekerasan memakai mesin uji kekerasan (*hardness testers*) menggunakan tiga metode umum yang dilakukan yaitu metode :

- Brinell
- Rockwell
- Vickres

2.8 1 Metode Pengujian Kekerasan *Brinell*

Cara pengujian *Brinell* dilakukan dengan penekanan sebuah bola baja yang terbuat dari baja krom yang telah dikeraskan dengan diameter tertentu oleh suatu gaya tekan secara statis kedalam permukaan logam yang diuji tanpa sentakan. Permukaan logam yang diuji harus rata dan bersih. Diameter paling atas dari lekukan tersebut diukur secara teliti (Robbina, 2012).

Rumus penghitungan pengujian metode *Brinell* :

$$BHN = \frac{P}{\left(\frac{\pi D}{2}\right)(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \dots\dots\dots(2.2)$$

Di mana :

BHN= *Brinell Hardness Numbers*

P = beban yang diterapkan (kg)

D = diameter bola (mm)

d = diameter lekukan (mm)

2.8.2 Metode Pengujian Kekerasan *Rockwell*

Pengujian *Rockwell* merupakan proses pembentukan lekukan pada permukaan logam memakai indenter atau penetrator yang ditekan dengan beban tertentu. Pada pengujian *rockwell* angka kekerasan yang ditunjukkan merupakan kombinasi antara beban dan indenter yang dipakai, maka perlu diberikan awalan huruf pada angka kekerasan yang menunjukkan kombinasi beban dan penumbuk tertentu untuk skala beban yang digunakan, skala yang sering digunakan adalah A dengan beban 60 kgf, B beban 100 kgf, dan C beban 150 kgf. Pada pengujian kekerasan bahan dengan metode *Rockwell*, kedalaman penetrasi permanen yang dihasilkan dari penerapan dan pelepasan beban utama dipakai untuk menentukan angka kekerasan *Rockwell*.

Rumus penghitungan pengujian metode *Rockwell* :

$$HR = E - e \dots\dots\dots(2.3)$$

Di mana :

E = konstanta dengan nilai 100 untuk indenter intan dan 130 untuk indenter bola.

e = kedalaman penetrasi permanen karena beban utama (F1) diukur dengan satuan 0,002 mm. Jadi, $e = h/0,002$ (Sulaeman,2019)

Kesalahan pada pengujian *Rockwell* dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

1. Benda uji
2. Operator
3. Mesin uji *Rockwell*

Kelebihan dari pengujian logam dengan metode *Rockwell*, yaitu :

1. Dapat digunakan untuk bahan yang sangat keras
2. Dapat dipakai untuk batu gerinda sampai plastik
3. Cocok untuk semua material yang keras dan lunak

Kekurangan dari pengujian logam dengan metode *Rockwell*, yaitu :

1. Tingkat ketelitian rendah
2. Tidak stabil apabila terkena guncangan
3. Penekanan bebannya tidak praktis

2.8.3 Metode Pengujian Kekerasan *Vickers*

Vickers Prinsip ini terdiri dari cara pengujian kekerasan metode *Vickers* mirip dengan metode *brinell*. Sudut indenter piramida berlian pengujian *Vickers* adalah 136^o. Jejak dan indentasi yang dihasilkan oleh indenter *Vickers* lebih jelas, daripada jejak indenter dan yang terdiri dari

pengujian metode brinell. Sehingga metode ini memiliki akurasi yang sangat lebih baik. Karena kelebihan ini, maka metode *Vickers* lebih dari banyak digunakan dalam dunia penelitian dan pendidikan. Aplikasi dari metode ini sangat luas, mulai untuk logam yang memiliki nilai *Vickers* rendah 5 HV pada logam yang lunak, sampai logam dengan nilai *Vickers* tinggi sekitar 1500 HV pada logam yang sangat keras (Nasution, 2020).

Beban yang telah digunakan sangat bervariasi mulai dari 1 kgf sampai 120 kgf, untuk uji kekerasan makro, dan 15 - 1000 gram untuk uji kekerasan mikro. Waktu dengan jangka waktu yang digunakan untuk pembebanan indentasi biasanya adalah selama kurang lebih 30 detik. Bilangan untuk kekerasan *Vickers* (VHN) dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{VHN} = 1,854 \frac{P}{d^2} \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana :

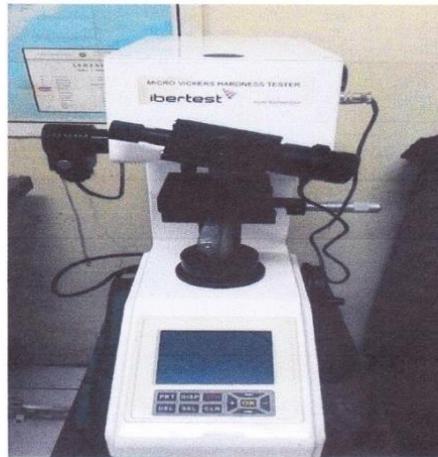
VHN : *Vickers Hardness Number*

P : Beban yang diterapkan (kgf)

d : Panjang diagonal jejak indentasi

2.9 Pengujian Kekerasan Mikro Vickers

Metode uji kekerasan vickers dapat digunakan untuk uji kekerasan mikro (*vickers microhardness test*). Rentang beban uji yang digunakan pada pengujian kekerasan mikro vickers ini adalah antara 10gf – 1000gf (1kgf). Pengujian kekerasan mikro vickers sangat cocok untuk penelitian yang membutuhkan akurasi uji kekerasan pada struktur mikro fasa, butiran atau untuk uji pada bahan yang tipis, lapisan dari benda uji yang permukaannya dikeraskan, keramik dan polimer.



Gambar 2.4 Alat Uji *Vickers Microhardness Test*

(Sumber: Rauf dkk, 2018)

2.10 Kekasaran Permukaan

Kekasaran permukaan merupakan ketidak teraturan konfigurasi dan penyimpangan karakteristik permukaan berupa guratan yang nantinya akan terlihat pada profil permukaan. Adapun penyebabnya beberapa macam faktor, diantaranya yaitu; mekanisme parameter pemotongan, geometri dan dimensi pahat, cacat pada material benda kerja dan kerusakan pada aliran geram. Kualitas suatu produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh kekasaran permukaan benda kerja. Kekasaran permukaan dapat dinyatakan dengan menganggap jarak antara puncak tertinggi dan lembah terdalam sebagai ukuran dari kekasaran permukaan. Dapat juga dinyatakan dengan jarak rata-rata dari profil ke garis tengah (Dwijana,2019).

Permukaan adalah suatu batas yang memisahkan benda padat dengan sekitarnya. Profil atau bentuk yang dikaitkan dengan istilah permukaan mempunyai arti tersendiri yaitu garis hasil pemotongan secara normal atau serong dari suatu penampang permukaan. Kekasaran terdiri dari ketidakteraturan tekstur permukaan benda, yang pada umumnya mencakup ketidakteraturan yang diakibatkan oleh perlakuan selama proses produksi. Tekstur permukaan adalah pola dari permukaan yang menyimpang dari suatu

permukaan nominal Kekasaran mengacu pada jarak penyimpangan dari permukaan yang nominal yang ditentukan oleh karakteristik material dan cara memproses hingga diperoleh bentuk permukaan itu. Kekasaran permukaan adalah karakteristik terukur yang mengacu pada penyimpangan kekasaran.

2.11 Pengujian Kekasaran

Salah satu alat ukur yang penting dalam produksi sebagai pengontrol kualitas produk adalah alat ukur kekasaran permukaan (*Surface Roughness Tester*). Kekasaran permukaan memiliki peran penting dan merupakan parameter yang harus diperhatikan dalam pembuatan produk, karena sangat berpengaruh pada sifat mekanis seperti : ketahanan terhadap korosi, ketahanan aus, ketahanan lelah, koefisien gesek, kekuatan sambungan, kualitas hasil pemotongan dan sifat elektrik (Sampurno,2007).

Dalam *surface roughness* atau pengukuran kekasaran permukaan, terdapat besaran kekasaran yang digambarkan dengan simbol Ra, Rt dan Rmax. Ra (*roughness average*) adalah rata-rata permukaan yang didapatkan dari titik tengah serta diukur dari titik awal hingga titik akhir. Rt (*roughness total*) adalah jarak antara perbedaan gelombang tertinggi dengan gelombang terendah. Sedangkan, Rmax (*roughness maximal*) adalah gelombang tertinggi yang diukur dari titik nol.

Ada pula Rz yang merupakan jarak vertikal dari lima panjang gelombang (lima gelombang tinggi dan lima gelombang bawah) dan memiliki pengaruh yang besar dalam menentukan hasil akhir pengukuran. Semua pengukuran Ra, Rt, Rmax dan Rz dinyatakan dalam satuan *micrometer* atau mikروinci.

2.11.1 Alat Pengujian Kekasaran Permukaan SJ-210

Surftest SJ-210 ini dirancang sebagai alat pengukuran kekasaran permukaan yang mudah digunakan dan dapat digunakan dimanapun.

Alat ini juga memiliki beberapa standar yang dapat diatur sesuai kebutuhan, diantaranya : JIS (JIS-B0601-2001, JIS-B0601-1994, JIS B0601-1982), VDA, ISO- 1997, dan ANSI. Pada penelitian ini menggunakan standar ISO 1997, dan pada hasil yang didapat bukan hanya sebuah hasil perhitungan kekasaran permukaan saja, tetapi *Surftest* SJ-210 juga dapat menampilkan hasil perhitungan *sectional* dan profil yang dinilai, kurva beban, dan kurva distribusi amplitudo.



Gambar 2.4. Mitutoyo *Surftest* SJ-210
(Sumber: Dwijana, 2019)

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Adapun tempat dan waktu pelaksanaan penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut.

3.1.1 Tempat Penelitian

Tempat pengujian untuk pengambilan data pada penelitian tugas akhir dilakukan di Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro

3.1.2 Tempat Pemotongan Spesimen

Tempat pemotongan spesimen dilakukan di Garasi 23 Body Repair dan Repair, Kecamatan Way Dadi, Kota Bandar Lampung.

3.1.3 Tempat Pelapisan Spesimen

Tempat Pelapisan spesimen dilakukan di CV. Bintang Croom, Kecamatan Kedaton, Kota Bandar Lampung.

3.1.4 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan September sampai Desember 2022 di CV. Bintang Croom untuk pelapisan dan Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro untuk pengambilan data. Bahan yang digunakan adalah Aluminium seri 6061. Adapun prosedur dalam

penelitian ini adalah prosedur pelapisan elektroplating dan prosedur pengujian kekasaran permukaan dan kekerasan *vickers hardness test* dengan skala mikro

3.2 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam melakukan penelitian kali ini adalah sebagai berikut.

3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Gerinda Tangan

Mesin gerinda tangan adalah alat pemotong yang biasa digunakan dalam memotong spesimen. Alat ini dimiliki dan digunakan di Garasi 23 Body Repair dan Repair, Bandar Lampung.



Gambar 3.1 Mesin Gerinda Tangan

2. Jangka Sorong

Alat untuk mengukur dimensi spesimen. Pembacaan skala pengukuran dimensi spesimen sampai ketelitian 0.1 mm. Jangka

sorong ditunjukkan pada Gambar 3.2 dibawah. Jangka Sorong ini dimiliki di Garasi 23 Body Repair and Repain, Bandar Lampung.



Gambar 3.2. Jangka Sorong

3. Mesin Bor

Mesin bor dalam penelitian ini digunakan untuk melubangi bagian ujung spesimen sehingga spesimen bisa digantungkan dengan kawat saat proses pelapisan. Mata bor yang digunakan berbahan besi dengan diameter 3 mm.



Gambar 3.3 Mesin Bor

4. Mesin Amplas

Mesin amplas dalam penelitian ini digunakan sebagai alat untuk meng-amplas spesimen sebelum melakukan proses pelapisan. Mesin amplas ini memiliki kecepatan 750 rpm.



Gambar 3.4 Mesin Amplas

5. Kawat

Kawat dalam penelitian ini digunakan sebagai penggantung spesimen saat dicelupkan ke dalam bak pelapisan. Panjang kawat yang dibutuhkan dalam penelitian kali ini adalah 50 cm dengan diameter 2 mm namun sebelum digunakan kawat harus diampelas terlebih dahulu.



Gambar 3.5 Kawat

6. Tang

Tang dalam penelitian ini digunakan untuk memotong kawat yang akan digunakan sebagai penggantung pada proses pelapisan.



Gambar 3.6 Tang Potong

7. *Rectifier*

Rectifier atau trafo adapter arus listrik ini digunakan untuk mengubah arus listrik AC menjadi DC yang digunakan dalam pelapisan krom. Kekuatan perangkat yang ada di Bintang Croom ini dipakai sebesar 300 A dengan kombinasi tegangan antara 0-18 Volt.



Gambar 3.7 *Rectifier*

8. Trafo DC

Trafo yang ada di CV. Bintang Croom berfungsi sebagai penghantar arus listrik ke anoda dan katoda yang digunakan dalam proses pelapisan nikel. Trafo ini dapat menghantarkan listrik dengan tegangan maksimum 15 volt dan kuat arus sebesar 10 A.



Gambar 3.8 Trafo DC

9. Heater

Heater ini digunakan untuk memanasi larutan cairan krom yang apabila akan digunakan harus mempunyai temperatur kerja kisaran 50-55 derajat celcius. Kapasitas heater ini 100 Watt dan berjumlah satu unit.



Gambar 3.9. *Heater*

10. Bak Pelapisan

Bak pelapisan yang terdapat di CV. Bintang Croom terdiri atas 2 jenis bak pelapisan yaitu bak pelapisan nikel dan bak pelapisan krom yang berfungsi sebagai tempat untuk menampung larutan elektrolit yang akan digunakan di dalam penelitian. Untuk bak pelapisan nikel sendiri terbuat dari Kaca Aquarium yang tahan akan cairan senyawa kimia yang bersifat asam dan korosif serta tahan akan panas yang dihasilkan dari sumber listrik. Bak pelapisan nikel yang digunakan di tempat pelapisan mempunyai kapasitas 500 liter. Bak ini

dilengkapi cerobong pipa dengan bahan PVC yang berfungsi sebagai jalur *blower system* dan memiliki panjang 70 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 120 cm. Sementara untuk bak pelapisan krom terbuat dari bekas potongan drum plastik dengan ketebalan 1 cm dan diameter 70 cm serta tinggi 70 cm. Pada bak tersebut sudah terpasang *heater* dan anoda yang sudah dialiri arus listrik dari *rectifier*.



Gambar 3.10. Bak Pelapisan Nikel



Gambar 3.11 Bak Pelapisan Krom

11. Bak Pembersih

Setelah spesimen di *plating*, spesimen dibilas dengan air bersih pada bak pembersih yang telah disiapkan. Bak pembersih ini berfungsi untuk membersihkan spesimen dari sisi larutan *plating*.



Gambar 3.12. Bak Pembersih

12. *Stopwatch*

Layaknya kegunaan *stopwatch* di kehidupan sehari-hari, alat ini memudahkan selama proses penelitian, dalam mengontrol durasi waktu pelapisan. Stopwatch ditunjukkan pada Gambar 3.13.



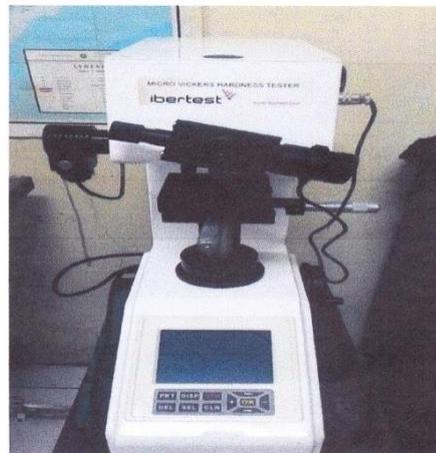
Gambar 3.13. *Stopwatch*

13. Alat Uji Kekerasan

Alat uji kekerasan (*hardness tester*) yang digunakan adalah Alat uji kekerasan (*hardness tester*) yang terdapat di Laboratorium Terpadu Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro. Alat ini digunakan untuk menguji tingkat kekerasan Aluminium-6061 sebelum dan sesudah dilapisi proses elektroplating. Adapun pengujian kekerasan dalam penelitian ini menggunakan metode *vickers microhardness test* dan menggunakan indenter kerucut intan 136° sesuai dengan standar ASTM E92.

Tabel 3.1 Spesifikasi Alat Mikro Vickers

Asal Alat	Jepang
Dikalibrasi Oleh	PT. Global Quality Indonesia
Nomor Kalibrasi	LK-057-IDN
Tgl Terakhir Dikalibrasi	23 Maret 2022
Ketelitian	1 HV
Uji Kekuatan	10, 25, 50, 100, 200, 300, 500, 1000 gf
Kontrol Kereta	Memuat / tinggal / menggunggah (otomatis)
Amplifikasi Mikroskop	100x, 400x
Waktu Tinggal Angkatan Uji	5 ~ 60s
Nilai Kelulusan dari Roda Penguji Drum	0,0625 μ m
Bidang Pengujian	1HV-2967HV
Dimensi Meja XY	100 x 100mm
Bidang Gerakan XY Tabel	25x25mm
Max. ketinggian spesimen	70mm
Max. lebar spesimen	95mm
Power Supply	110V / 220V, 60V / 50Hz
Dimensi	425x245x490mm
Berat Bersih	35kg

Gambar 3.14. Alat Uji *Hardness Tester*

14. *Roughness Surface Tester*

Roughness Surface Tester adalah alat ukur kekasaran permukaan yang ada di Laboratorium Metalurgi Fisik, Universitas Diponegoro dengan standar ISO 1997. Alat ini digunakan untuk mengukur nilai

Ra Aluminium 6061 dan sesudah dilapisi dengan proses elektroplating.

Tabel 3.2 Spesifikasi alat ukur Kekasaran Permukaan Mitutoyo SJ-210

Nama Alat	Mitutoyo SJ-210 – <i>Portable Roughness Surface Tester</i>
Asal Alat	Jepang
Dikalibrasi Oleh	PT. Cairnhill Serviech Inti
Nomor Kalibrasi	KA660772
Tgl Terakhir Dikalibrasi	05 Agustus 2022
Ketelitian	0,01 μm
<i>Measuring Speed</i>	.01, .02, .03 in/s / .25, .50, .75 mm/s
<i>Returning Speed</i>	.039 in /s / 1 mm/s
<i>Detector Z-Range</i>	1000, 14400, 4000 μin / 100, 25, 360 μm
<i>Detector Z-Range Resolution</i>	.08, .20, .80 μin / .002, .006, .02 μm
<i>Skid Radius of Curvature</i>	40 mm
<i>Skid Force</i>	<i>Less than 400 Mn</i>
<i>Detector Type</i>	<i>Differential Inductance</i>
<i>Power Supply (Battery)</i>	<i>Rechargeable Ni-MH</i>
<i>Power Supply</i>	<i>AC Adapter</i>
<i>Charging Time</i>	<i>4 hours</i>
<i>Endurance</i>	<i>1000 measurements (approx)</i>
<i>External Data</i>	<i>Micro SD Card</i>

<i>Display Unit</i>	2,05×2,59×6,9” / 52,1×65,8×160 mm
<i>Drive Unit</i>	4,5×9×1” / 115×23×26 mm
<i>Mass</i>	1,1 lbs. / 5 kg



Gambar 3. 15 Alat Uji Kekasaran Permukaan Mitutoyo SJ-210

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut.

1. Alumunium Al-6061

Dalam penelitian ini material yang digunakan adalah Alumunium paduan Al-6061. Alumunium ini memiliki spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 3.3 Komposisi Alumunium Paduan Al-6061 (Malisy,2018)

No	Unsur	Nomor Atom	Kadar Sampel (%) Alumunium 6061
1	Alumunium	13	95,8-98,6

2	Kromium	24	0,04-0,35
3	Besi	26	$\leq 0,7$
4	Magnesium	12	0,8-1,2
5	Seng	30	$\leq 0,1$
6	Silikon	14	0,4-0.8
7	Titanium	22	$\leq 0,15$
8	Mangan	25	$\leq 0,15$
9	Tembaga	29	0,15-0,4
10	Residuals	-	≤ 0.20

Alumunium seri 6061 juga memiliki sifat fisik sebagai berikut.

Tabel 3.4 Sifat Fisik Alumunium Paduan Al-6061 (Malisy,2018)

Alumunium	Density (g/cm ³)	Coefficient of thermal expansion ($\mu\text{m}/\text{mm}^2$)	Melting Range ($^{\circ}\text{C}$)	Thermal conductivity at 25 $^{\circ}\text{C}$ (W/m)	Ultimate tensile strength (MPa)
Al-6061	2,70	23,6	650	180	125

Alumunium seri 6061 juga memiliki sifat mekanik sebagai berikut.

Tabel 3.5 Sifat Mekanik Alumunium Paduan Al-6061 (Malisy,2018)

Alumunium paduan	Kekuatan Tarik Kgf/mm ²	Kekuatan Mulur Kgf/mm ²	Perpanjangan (%)	Kekerasan Brinell	Batas Lelah
6061	31,6	28,0	15	95	9,5



Gambar 3.16. Benda Uji Alumunium 6061

2. Langsol

Langsol atau yang secara umum disebut batu hijau adalah bahan yang digunakan sebagai bahan untuk pemolesan spesimen setelah proses pelapisan. Disebut batu ijo karena bahan ini berwarna hijau berfungsi sebagai bahan untuk memoles agar material yang telah dilapisi dalam proses pelapisan elektroplating terlihat mengkilap.



Gambar 3.17 Langsol

3. Zinkat

Zinkat adalah campuran antara ZnO dan $NaOH$. Larutan zinkat berfungsi sebagai lapisan pemisah (*intermedite*) sebelum proses elektroplating nikel bertindak sebagai lapisan antara logam aluminium dengan lapisan yang akan dilapiskan. Proses zinkat ini secara umum dilakukan secara singkat antara 30 – 45 detik.



Gambar 3.18 Larutan Zinkat

4. Asam Sulfat

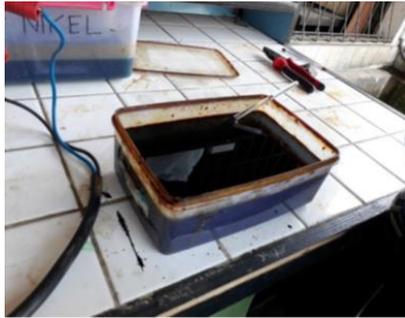
Asam sulfat (H_2SO_4) dalam proses elektroplating berfungsi sebagai pembuka pori-pori permukaan spesimen yang akan dilapisi sehingga dapat mempercepat proses pelapisan elektroplating nikel. Proses pencelupan ke dalam larutan asam sulfat dilakukan sebanyak 1 kali



3.19 Larutan Asam Sulfat

5. Larutan Elektrolit *Chrome*

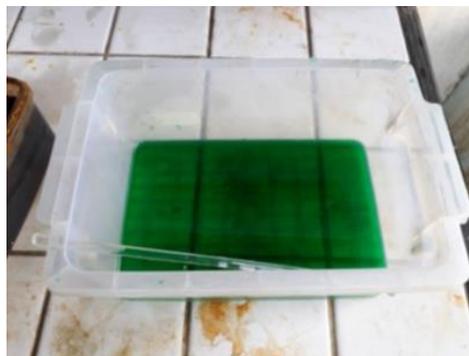
Cairan senyawa ini berwarna coklat keemasan pekat. Adapun komposisi dari larutan elektrolit ini antara lain, *Chrome Acid* 250 gr/lit dan Katalis TC-501 sebanyak satu tutup botol. Kondisi kerja cairan ideal 35-40 derajat celcius. Akan tetapi, untuk proses industri kecil bisa dipakai dalam kondisi temperatur 50 °C.\



Gambar 3.20. Larutan Krom

6. Cairan Larutan Nikel

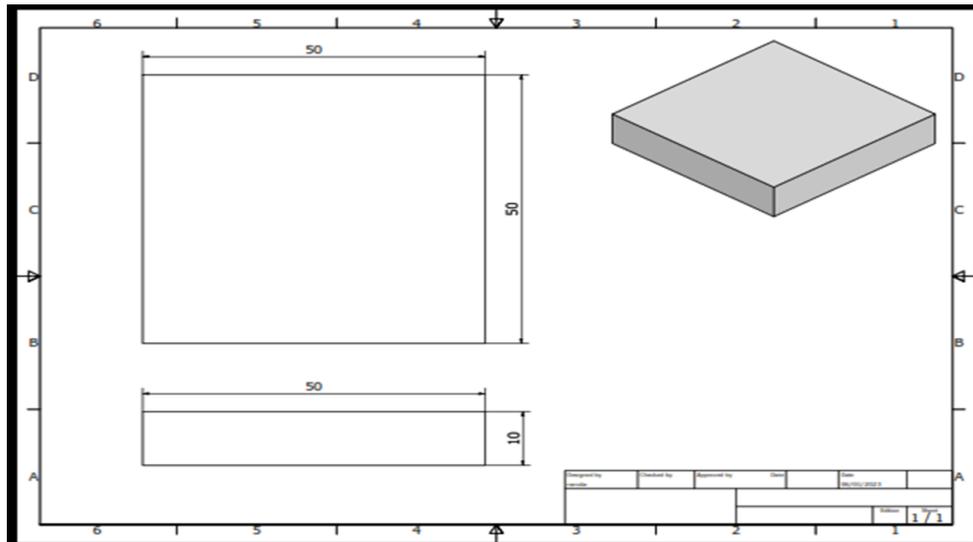
Cairan Elektrolit Nikel berwarna hijau jernih yang berfungsi sebagai larutan senyawa proses pelapisan nikel. Cairan ini harus dijaga konsentrasinya untuk tetap stabil, agar dapat berfungsi secara optimal. Komposisi yang terkandung dalam larutan nikel ini adalah Nikel Sulfat 60 %, Nikel Klorida 30 % dan Asam Borak 10 %.



Gambar 3.21. Larutan Nikel

3.3 Dimensi Uji Mikrovickers

Aluminium 6061 yang dilapisi krom dan nikel berbentuk balok yang akan diuji kekerasan lapisan permukaan dengan metode pengujian *Vickers Microhardness Test* sesuai dengan standar uji ASTM E92.



Gambar 3.22 Dimensi Spesimen Uji Kekerasan Mikrovickers

3.4 Prosedur Penelitian

Adapun yang menjadi prosedur dalam penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut.

1. Persiapan Spesimen

Menyiapkan spesimen yang berupa alumunium 6061 yang akan digunakan dalam proses pengujian dengan memotong spesimen dengan ukuran 50 x 50 mm dengan ketebalan 10mm lalu melubangi bagian ujung spesimen untuk tempat masuk kawat penggantung dan diampelas dengan mesin amplas.

2. Proses Pelapisan Logam dengan Nikel dan Krom

a. Pelapisan dengan Nikel

- i. Melakukan pembersihan pada spesimen dengan menggunakan detergen lalu dibilas dengan air.
- ii. Mencelupkan ke dalam larutan zinkat selama 15 detik.
- iii. Mencelupkan ke dalam larutan asam sulfat sebanyak 1 kali.

- iv. Memasukkan larutan elektrolit nikel ke bak
 - v. Memasukan spesimen ke bak pelapisan yang berisi larutan elektrolit nikel dengan tegangan 6 volt dan waktu pelapisan 3, 6, 9, 12 menit per tiga spesimen.
 - vi. Melakukan pembilasan dan pengeringan setelah pelapisan nikel selesai serta melakukan pemolesan dengan langsol.
- b. Pelapisan dengan Krom
- i. Melakukan pembersihan pada spesimen dengan menggunakan detergen lalu dibilas dengan air.
 - ii. Memasukan larutan elektrolit krom ke bak pelapisan pelapisan lalu memanaskan larutan elektrolit krom dengan menggunakan heater dengan suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$.
 - iii. Memasukan spesimen yang telah dibersihkan ke bak pelapisan yang telah terisi larutan elektrolit krom dengan tegangan 6 volt dan waktu rendaman 3, 6, 9, 12 menit per tiga spesimen.
 - iv. Melakukan pembilasan dan pengeringan setelah pelapisan krom selesai serta pemolesan dengan langsol.

3. Proses pengujian *Vickers Microhardness test*

- a. Mengambil indenter yang berbentuk piramid intan dan memasang pada *vickers hardness tester*.
- b. Meletakkan spesimen diatas meja pengujian (*anvil*) lalu memutar lensa mikroskop ke arah spesimen.
- c. Mengatur ketinggian meja uji dan menyesuaikan tingkat fokus antara mikroskop dengan spesimen melalui monitor *display*.
- d. Menekan tombol start dan indenter piramid turun secara perlahan.
- e. Memperhatikan monitor untuk melihat nilai gaya tekan yang terus meningkat hingga mencapai gaya tekan yang telah ditentukan.
- f. Memutar mikroskop pada wilayah yang diberi penekanan kemudian memperbesar tampilan layer menggunakan tombol kontrol pembesar

untuk mengukur sudut lekukan dengan membuat garis ukuran panjang diagonal.

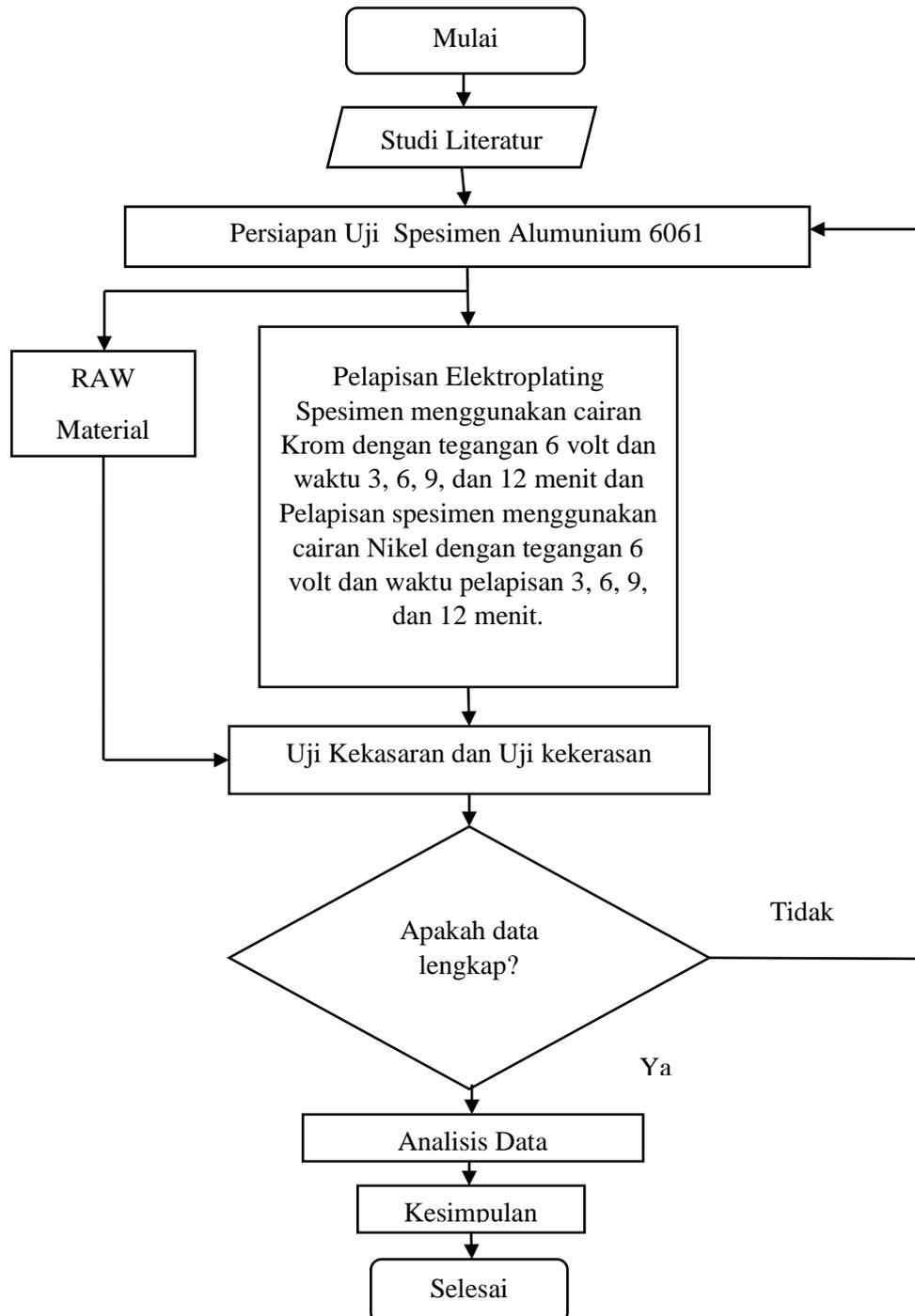
- g. Menunggu hasil perhitungan otomatis hingga hasil pengukuran keluar
- h. Melakukan pengujian sebanyak 3 kali pada titik lainnya.

4. Proses pengujian kekasaran permukaan

- a. Menyiapkan benda uji yaitu aluminium 6061 dan alat uji berupa *roughness surface tester*.
- b. Meng-*setup* alat *roughness surface tester* dan benda uji.
- c. Menentukan Sampling Length (standar ISO 1997, Profil: *Roughness*, Parameter: Ra).
- d. Menentukan jumlah pengambilan titik pada setiap sampel.
- e. Memastikan kondisi detector (stylus) tetap pada kondisi yang benar.
- f. Kembali pada halaman utama pada display unit.
- g. Menekan tombol [START/STOP].
- h. Menunggu sampai detector berhenti bergerak lalu mencatat hasil pengujian.
- i. Melakukan pengulangan pengujian sebanyak 3 kali pada setiap sampel. Mengulangi langkah e-h pada titik pengukuran berbeda.
- j. Mematikan alat uji setelah pengujian selesai.

3.5 Diagram Alur Penelitian

Adapun diagram alur penelitian ini dalah sebagai berikut.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun yang menjadi simpulan penelitian tugas akhir adalah sebagai berikut.

1. Nilai kekasaran permukaan yang didapat dari pelapisan elektroplating nikel dan krom dengan pengaruh variasi waktu mengalami penurunan nilai setelah dibandingkan dengan rata-rata nilai kekasaran permukaan material tanpa perlakuan yaitu $0,636 \mu\text{m}$ pada waktu pelapisan krom 3 menit (mengalami penurunan sebesar 47%), $0,449 \mu\text{m}$ pada waktu pelapisan krom 6 menit (mengalami penurunan sebesar 63%), dan $0,286 \mu\text{m}$ pada waktu pelapisan krom 9 menit (mengalami penurunan sebesar 78%). Untuk pelapisan nikel juga mengalami penurunan nilai yaitu $0,873 \mu\text{m}$ pada waktu pelapisan nikel 3 menit (mengalami penurunan sebesar 27%), $0,590 \mu\text{m}$ pada waktu pelapisan nikel 6 menit (mengalami penurunan sebesar 51%), dan $0,359 \mu\text{m}$ pada waktu pelapisan 9 menit (mengalami penurunan sebesar 70%). Dengan variasi waktu pelapisan 3, 6 dan 9 menit akan menghasilkan nilai kekasaran permukaan yang menurun dimana waktu pelapisan 9 menit adalah waktu pelapisan yang optimal untuk mendapatkan hasil kekasaran permukaan yang halus untuk pelapisan nikel dan waktu pelapisan lebih dari 9 menit untuk bisa dilakukan pelapisan krom.
2. Nilai kekerasan dari hasil uji *microhardness vickers* pada pelapisan elektroplating nikel dan krom meningkat setelah dibandingkan dengan material tanpa pelapisan yaitu 124 HV pada waktu pelapisan nikel 3 menit (mengalami kenaikan nilai sebesar 7%), 132 HV pada waktu pelapisan nikel 6 menit (mengalami kenaikan nilai sebesar 14%), dan 141 HV pada waktu pelapisan nikel 9 menit (mengalami kenaikan nilai sebesar 22%). Untuk pelapisan krom juga mengalami peningkatan nilai

kekerasan yaitu 135 HV pada waktu pelapisan krom 3 menit (mengalami kenaikan nilai sebesar 17%), 146,3 HV pada waktu pelapisan krom 6 menit (mengalami kenaikan nilai sebesar 26%), dan 152 HV pada waktu pelapisan krom 9 menit (mengalami kenaikan nilai sebesar 31%). Dengan waktu pelapisan 3, 6, dan 9 menit menunjukkan kenaikan nilai kekerasan dimana waktu pelapisan 9 menit adalah waktu pelapisan yang paling optimal untuk mendapatkan kekerasan lapisan yang baik untuk pelapisan nikel dan waktu lebih dari 9 menit untuk bisa dilakukan pelapisan krom.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut

1. Menggunakan variasi waktu pelapisan yang lebih lama untuk dapat melihat perubahan antara RAW material dan material terlapsi lebih jelas.
2. Melakukan pengujian kekerasan dan kekasaran permukaan secara langsung agar dapat melihat langsung data yang diambil dari pengujian.
3. Menambahkan parameter lain untuk menunjang perubahan yang terjadi setelah pelapisan seperti variasi suhu pelapisan ataupun mengontrol konsentrasi pH dari larutan elektrolit.
4. Menggunakan waktu pelapisan lebih dari 9 menit untuk pelapisan krom

DAFTAR PUSTAKA

- Afriany, R., Kusmono, dan Soekrisno, R. 2012. Pengaruh Konsentrasi Larutan Dan Waktu Pelapisan Nikel Pada Aluminium Terhadap Kekerasan. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III. Yogyakarta
- A Niam, M. Y., Purwanto, H., dan Respati, S. M. B. 2017. Pengaruh Waktu Pelapisan Elektro Nikel-Khrom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan, dan Kekasaran Lapisan. Universitas Wahid Hasyim. Semarang. *MOMENTUM* 13: 7-10.
- Dwijana, I Gusti Komang. 2019. Pengaruh Parameter Pemotongan Terhadap Kekasaran Permukaan Blok Head Pada Proses Fasis. Universitas Udayana. Bali. *Jurnal Energi dan Manufaktur*. 12: 104.
- Jamaludin. 2019. Pengaruh Ketebalan Elektroplating Menggunakan Nikel dan Krom pada Alumunium Alloy 2024 terhadap Laju Korosi. Politeknik Penerbangan Surabaya. Surabaya. 44-45.
- Koten, A. M., Adoe, D. G. H., dan Jasron, J. U. 2016. Pengaruh Variasi Tegangan dan Waktu Terhadap Kekerasan Lapisan Nikel dengan Metode *Electroplating* pada Coran Alumunium *scrap*. Universitas Nusa Cendana. Kupang. *LONTAR Jurnal Teknik Mesin UNDANA* 3:1-2.
- Malisy, Subro. 2018. Pengaruh Kecepatan Putaran *Roll* Terhadap Nilai Kekuatan Uji Tarik dari Penggabungan 2 Pelat A1100 dan A6061 pada Proses *Hot Roll Bonding*. Universitas Brawijaya. Malang. 8-9.
- Nasution, M., dan Nasution, R. H. 2020. Analisa Kekerasan dan Struktur Mikro Baja AISI 1020 Terhadap Perlakuan *Carburizing* dengan Arang Batok Kelapa. Universitas Harapan Medan. Medan. *Buletin Utama Teknik* 15: 167-168.
- Prabowo, A. E., Rarindo, H., Hadi, S., Sujatmiko, A., dan Hardjito, A. 2021. Pengaruh Tegangan dan Waktu Elektroplating Tembaga dan Nikel Terhadap Laju Korosi pada Baja Karbon Rendah. Politeknik Negeri Malang. Malang. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana* 15: 1

- Pradani, Y. F., Sulaiman, M., dan Hardiyanto, S. 2020. Analisis Tingkat Kekerasan Alumunium 6061 Berdasarkan Variasi Media Pendingin pada Proses *Pack Carburizing*. Universitas Islam Raden Rahmat. Malang. *STEAM Engineering (Journal of Science, Technology, Education And Mechanical Engineering)* 2: 1.
- R Adnan, M., Noerochiem, L., dan Nurdiansah, H. 2018. Pengaruh Variasi Pencelupan Terhadap Ketebalan, Kekerasan, Dan Ketahanan Korosi Hasil Elektroplating Nikel-Hard Krom Pada Baja AISI 4340. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya. *JURNAL TEKNIK ITS* 7: 257-261.
- Randiko, A., Haryadi, G. D., dan Umardani, Y. 2016. Pengaruh *Post Weld Heat Treatment* (PWHT) T6 Pada Aluminium Alloy 6061-O dan Pengelasan Longitudinal *Tungsten Inert Gas* Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro. Universitas Diponegoro. Semarang. *Jurnal Teknik Mesin S-1* 2(3): 167-174.
- Rauf, F. A., Sappu, F. P., dan Lakat, A. M. A. 2018. Uji Kekerasan Dengan Menggunakan Alat *Microhardness Vickers* Pada Berbagai Jenis Material Teknik. Universitas Sam Ratulangi. Manado. *Jurnal Tekno Mesin* 5(1): 21-24.
- Robbina dan Alan, M. 2012. Perbandingan Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Akibat Variasi Katalis pada Proses *Carburizing* Baja S45C. Universitas Negeri Semarang. Semarang. 20-21.
- Rohi, J. R, Adoe, D. H. G., dan Bale, J. S. 2016. Pengaruh Tegangan dan Waktu Nickel-Chrome Plating terhadap Kekasaran Permukaan pada Hasil Produk Pengecoran Aluminium Scrap. Universitas Nusa Cendana. Nusa Tenggara Timur. *LONTAR: Jurnal Teknik Mesin UNDANA* 3(1): 37-42.
- Sampurno, Hadi Joko. 2007. Analisis Pengujian Kekasaran pada Alat Ukur Kekasaran Permukaan (*Surface Roughness Tester*) yang Menggunakan Sensor *Accelerometer*. Universitas Brawijaya. Malang. 1.
- Setyo HD, A. N. dan Sulehi. 2015. Sifat Fisis dan Mekanis Lapisan Nikel-*Chromium* pada Permukaan Baja AISI 410. Prosiding SNST Ke-6. Semarang.
- Sukarjo, Hb dan Pani, S. 2018. Pengaruh Variasi Kuat Arus Listrik dan Waktu *Electroplating Nickel-Chrome* Terhadap Ketebalan Lapisan pada Permukaan

Baja Karbon Rendah. Universitas Proklamasi 45. Yogyakarta. *Jurnal ENGINE 2*: 19-20.

Sulaeman, M., Budiman, H., dan Koswara, E. 2019. Proses Uji Dimensi, Uji Kekerasan dengan Metode Rockwell dan Uji Komposisi Kimia pada Cangkul di Balai Besar Logam dan Mesin (BBLM) Bandung. Universitas Majalengka. Jawa Barat. *10th Industrial Research Workshop and National Seminar*. 541.

Sumual, Hendro Maxwell. 2012. Optimasi Pelapisan Tembaga Nikel Dan Krom Dekoratif Pada Aluminium Dengan Metode Elektroplating. Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XI (SNTTM XI) & Thermofluid IV Universitas Gadjah Mada (UGM). Yogyakarta.

Wibowo, T. N., Iswanto, P. T., Priyambodo, B. H., dan Amin, N. 2016. Pengaruh Variasi Waktu Shoot Peening Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Permukaan Pada Material Implan AISI 304. Gadjah Mada University. Yogyakarta. *JURNAL ROTOR 2*: 7

Widodo A., Heri W., Arianto L. S., Didik N., Fredy S., Mujiyono, Novi H., dan Agung W. 2021. Kinerja Alat Elektroplating Untuk Praktik Di SMK. Universitas Negeri Yogyakarta dan SMK Muhammadiyah 1 Bantul. Yogyakarta. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin 6(2)*: 105-111.

Widyantoro, Erik Kurniawan. 2018. Pengaruh Variasi Temperatur *Aging* pada Aluminium 6061 Terhadap Uji Impak, Kekerasan, dan Struktur Mikro. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya. 1 dan 5.

Winata, F. F., Fikri, A., dan Mujirudin, M. 2022. Pengaruh *Electroplating* Krom Terhadap Ketebalan dan Kekerasan Lapisan pada Jari-Jari Sepeda Motor yang Telah Di-*Electroplating* Nikel. Universitas Muhammadiyah Prof. DR Hamka. Jakarta Selatan. *Metalik: Jurnal Manufaktur, Energi, Material Teknik 1*: 23.