



**PENGARUH WAKTU PELAPISAN DENGAN
ELECTROPLATING TEMBAGA PADA BAJA ST-41
TERHADAP KEKERASAN LAPISAN DAN UJI KOMPOSISI**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan jenjang Program Diploma Tiga

Disusun Oleh :

Nama : Nur Soma

Nim : 20020079

**PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK MESIN
POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA**

2023

**HALAMAN PERSETUJUAN
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PENGARUH WAKTU PELAPISAN DENGAN *ELECTROPLATING*
TEMBAGA PADA BAJA ST- 41 TERHADAP KEKERASAN LAPISAN
DAN UJI KOMPOSISI**

Sebagai salah satu syarat untuk mengikuti sidang Tugas Akhir

Disusun Oleh :

Nama : Nur Soma

Nim : 20020079

Telah diperiksa dan dikoreksi dengan baik dan cermat karena itu pembimbing
menyetujui mahasiswa tersebut untuk mengikuti sidang.

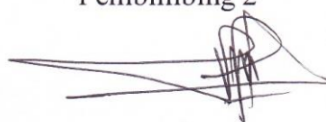
Tegal, 31 Mei 2023

Pembimbing 1



Faqih Fatkhurrozak, M.T
NIDN. 0616079002

Pembimbing 2



Firman Lukman Sanjaya, M.T
NIDN. 0630069202

Mengetahui,
Ketua Program Studi D-3 Teknik
Mesin, Politeknik Harapan
Bersama



M. Taufik Ouhrohman, M.Pd
NIPY. 08.015.265

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

Judul : PENGARUH WAKTU PELAPISAN DENGAN
ELECTROPLATING TEMBAGA PADA BAJA ST-41
TERHADAP KEKERASAN LAPISAN DAN UJI
KOMPOSISI.

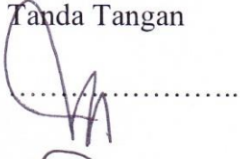
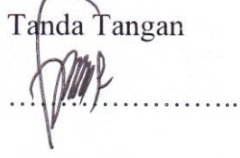
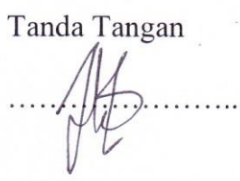
Nama : Nur Soma

NIM : 20020079

Program studi : D-3 Teknik Mesin

Jenjang : Diploma Tiga (D-3)

Dinyatakan **LULUS** setelah di pertahankan di depan Tim penguji Laporan
Tugas Akhir Program DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama Tegal.

- | | |
|--|--|
| 1. Ketua Penguji | Tanda Tangan |
| Sigit Setijo Budi, M.T
NIDN. 0629107903 |  |
| 2. Penguji I | Tanda Tangan |
| Faqih Fatkhurrozak, M.T
NIDN. 0616079002 |  |
| 3. Penguji II | Tanda Tangan |
| M. khumaidi Usman, M.Eng
NIDN. 0608058601 |  |

Mengetahui,
Ketua Program Studi D-3 Teknik Mesin,
Politeknik Harapan Bersama Tegal.


M. Taufik Ouhohman, M.Pd
NIPY 08.015.265

HALAMAN PERNYATAN

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Nur Soma

NIM : 20020079

Judul Tugas Akhir : PENGARUH WAKTU PELAPISAN DENGAN
ELECTROPLATING TEMBAGA PADA BAJA ST-41
TERHADAP KEKERASAN LAPISAN DAN UJI
KOMPOSISI.

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir ini merupakan karya ilmiah hasil pemikiran sendiri secara orisinil dan saya susun sendiri dengan tidak melanggar kode etik hak karya cipta. Laporan tugas akhir ini juga bukan merupakan karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik tertentu suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di acu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari ternyata laporan tugas akhir ini terbukti melanggar kode etik karya atau merupakan karya yang dikategorikan mengandung unsur plagiarisme, maka saya bersedia melakukan penelitian baru dan menyusun laporan sebagai laporan tugas akhir sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan sesungguhnya.

Tegal, 31- 07-2023
Yang Membuat Pernyataan,


Nur Soma
NIM. 20020079

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
TULIS ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Politeknik Harapan Bersama Tegal, saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Nur Soma
NIM : 20020079
Jurusan/Program Studi : D-3 Teknik Mesin
Jenis Karya : Karya Tulis Ilmiah

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Harapan Bersama Tegal Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*None Exclusive Royalti Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

PENGARUH WAKTU PELAPISAN DENGAN *ELECTROPLATING* TEMBAGA PADA BAJA ST-41 TERHADAP KEKERASAN LAPISAN DAN UJI KOMPOSISI.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Politeknik Harapan Bersama Tegal berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pengkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pencipta dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat : Tegal
Pada Tanggal : 29 -08-2023
Yang menyatakan


Nur Soma
20020079

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

1. Semakin besar hambatannya, semakin indah keberhasilannya.
2. Kehidupan ini menjadi lebih baik saat anda tegas memisahkan yang penting dari yang harus anda abaikan, tinggalkan yang hanya menggelisahkan, utamakan yang menjadi anda lebih mampu.
3. Saat anda ingin mengeluh karena letih bekerja, ingatlah bahwa ini semua untuk mereka yang anda cintai.
4. Berhentilah mengkhawatirkan masa depan. Syukurilah hari ini dan hidupilah dengan sebaik-baiknya.
5. Orang yang gengsian dalam penampilan dan seleranya, lebih gelisah hidupnya daripada yang bersahaja dan apa adanya.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah Karya ini dipersembahkan kepada :

1. Ibunda dan Ayahanda atas kasih sayang, bimbingan, pengorbanan, dan do'a beliau berdua, serta saudara – saudara yang selalu dekat dihati.
2. Dosen pembimbing I, bapak Faqih Fatkhurrozak, M.T.
3. Dosen pembimbing II, bapak Firman Lukman Sanjaya, M.T
4. Semua orang yang telah membantu saya dalam penyelesaian laporan ini.

**PENGARUH WAKTU PELAPISAN DENGAN *ELECTROPLATING*
TEMBAGA PADA BAJA ST-41 TERHADAP KEKERASAN LAPISAN
DAN UJI KOMPOSISI**

Nur Soma¹, Faqih Fatkhurrozak², Firman Lukman Sanjaya³

Email : nursoma12345@gmail.com

Program Studi DIII Tekni Mesin Politeknik Harapan Bersama

ABSTRAK

Perkembangan industri di Indonesia mengalami kemajuan yang sangat cepat salah-satunya dibidang pelapisan logam. *Electroplating* pada logam agar melindungi logam dari laju korosi dan memperindah logam. *Electroplating* berasal kata yaitu *electro* dan *ing* atau listrik dan pelapisan yang menggunakan system pengendapan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekerasan lapisan pada proses *Electroplating* dan mengetahui komposisi yang terserap pada baja ST-41. Katoda yang digunakan baja karbon rendah dengan ukuran 20 mm dan diameter 1,5 mm sedangkan anoda yang digunakan tembaga (Cu), metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan dua anoda yang berada sisi depan dan belakang anoda, dan menggunakan waktu pelapisan 2 menit, 4 menit, dan 6 menit dengan tegangan 4 volt. hasil penelitian uji kekerasan ditemukan nilai rata-rata *raw material* 211,67 HB, dari waktu 2 menit 216,67 HB, dengan waktu 4 menit 218,33 HB, dan waktu 6 menit 222 HB. kemudian hasil penelitian uji komposisi ditemukan nilai komposisi Cu *raw material* 0,158 %, dari waktu 2 menit 0,165 %, dengan waktu 4 menit 0,249 %, dan waktu 6 menit 0,960 %. kesimpulan dari proses *Electroplating* semakin lama waktu semakin bagus hasil dan kekerasan meningkat dan komposisi Cu bertambah ion-ion pada logam.

Kata kunci: *Electroplating*, kekerasan, komposisi baja ST-41

***EFFECT OF ING TIME BY COPPER ELECTROPLATING ON ST-41
STEEL E ON COATING HARDNESS AND COMPOSITION TEST***

Nur Soma¹, Faqih Fatkhurrozak², Firman Lukman Sanjaya³

Email : nursoma12345@gmail.com

Mechanical Engineering Study DIII Program Harapan Bersama Polytechnic

ABSTRACT

Industrial development in Indonesia is progressing very fast, one of which is in the field of metal coating. Electroplating on metal to protect metal from corrosion rate and beautify metal. Electroplating comes from the word electro and ing or electricity and coating which uses a deposition system. The purpose of this study was to determine the hardness of the coating in the Electroplating process and to know the composition adsorbed on ST-41 steel. The cathode used is low carbon steel with a size of 20 mm and a diameter of 1.5 mm while the anode used is copper (Cu). 4 minutes, and 6 minutes at 4 volts. the results of the hardness test research found an average raw material value of 211.67 HB, from 2 minutes 216.67 HB, with 4 minutes 218.33 HB, and 6 minutes 222 HB. then the results of the composition test found the value of Cu composition raw material 0.158%, from 2 minutes 0.165%, with 4 minutes 0.249%, and 6 minutes 0.960%. The conclusion from the Electroplating process is that the longer the time the better the results and the hardness increases and the composition of Cu increases the ions in the metal.

Keywords: Electroplating, hardness, ST-41 steel composition

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat melewati masa studi dan menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan tahap akhir dari proses untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Mesin di Program Studi DIII Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama.

Keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan orang-orang yang dengan segenap hati memberikan bantuan, bimbingan dan dukungan, baik moral maupun material. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak M. Taufik Qurohman, M.Pd selaku Ketua Program Studi D-3 Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama.
2. Bapak Faqih Fatkhurrozak, M.T selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak Firman Lukman Sanjaya, M.T selaku Dosen Pembimbing II
4. Bapak, ibu, keluarga yang telah memberikan dorongan, doa dan semangat.

Penulis menyadari bahwa dalam menulis Tugas Akhir ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan dan kemajuan penulis dimasa yang akan datang sangat diharapkan. Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca.

Tegal, 31 Mei 2023

Penyusun



Nur Soma
NIM. 20020079

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBILIKASI KARYA TULIS ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
1.7 Tinjauan Pustaka	5
1.7.1 Kekerasan permukaan dengan waktu pelapisan 15 menit.....	5
1.7.2 Uji Komposisi.....	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Pengertian <i>Electroplating</i>	7
2.2 Prinsip Dasar <i>Electroplating</i>	8
2.3 Sekema Proses <i>Electroplating</i>	9
2.4 Macam – Macam Baja.....	10

2.4.1	Baja.....	10
2.4.2	Baja Karbon.....	10
2.4.3	Baja Paduan.....	11
2.4.4	Baja ST-41	12
2.5	Unsur-Unsur Pokok Proses <i>Electroplating</i>	12
2.5.1	Trafo (<i>Rectifer</i>)	12
2.5.2	Larutan Pelapisan Tembaga.....	13
2.5.3	Anoda (bahan pelapis).....	14
2.5.4	Katoda (bahan yang dilapisi).....	15
2.5.5	Pelapisan Tembaga.....	16
2.5.6	Larutan Asam	16
2.5.7	Aquadest	17
2.5.8	Pengujian Kekerasan	17
2.5.9	Metode Penguji Kekerasan	18
2.5.10	Uji komposisi Pada <i>Electroplating</i>	20
BAB III METODE PENELITIAN		21
3.1	Diagram Alur Penelitian.....	21
3.2	Alat Dan Bahan	22
3.2.1	Alat – Alat Yang Perlukan.....	22
3.2.2	Bahan	31
3.3	Variabel penelitian.....	33
3.4	Metode penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		36
4.1	Proses Pembuatan <i>Electroplating</i>	36
4.1.1	Persiapan Alat Dan Bahan	36
4.1.2	Pengukuran Dan Pemotongan	37
4.1.3	Pengeboran	38
4.1.4	Pengampalasan	39
4.1.5	Proses <i>Electroplating</i>	40
4.1.6	Hasil <i>Electroplating</i> Tembaga	47
4.2	Pembahasan Pengujian Kekerasn Metode <i>Brinell</i>	48

4.2.1 Hasil Uji Kekerasan.....	53
4.3 Pembahasan Pengujian komposisi Cu	55
4.3.1 Hasil uji komposisi Cu	56
BAB V PENUTUP	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
DAFTAR LAMPIRAN	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Kekerasan permukaan dengan waktu pelapisan 15 menit	5
Gambar 1.2 Uji komposisi	6
Gambar 2.1 Prinsip dasar <i>Electroplating</i>	9
Gambar 2.2 Skema proses <i>Electroplating</i>	9
Gambar 2.3 Trafo	12
Gambar 2.4 Anoda	15
Gambar 2.5 Katoda	15
Gambar 2. 6 Pelapis tembaga.....	16
Gambar 2.7 Larutan asam	17
Gambar 2. 8 Aquadest.....	17
Gambar 2. 9 Alat penguji kekerasan	18
Gambar 2. 10 Penguji <i>brinell</i>	18
Gambar 2. 11 Alat uji komposisi	20
Gambar 3.1 Trainer <i>Electroplating</i>	22
Gambar 3.2 Mesin gergaji besi	23
Gambar 3.3 Jangka sorong	23
Gambar 3.4 Gelas ukur	24
Gambar 3.5 Bak elektrolit	24
Gambar 3.6 Kawat tembaga	25
Gambar 3.7 Tang.....	25
Gambar 3.8 <i>Stopwath</i>	25
Gambar 3.9 Ragum	26
Gambar 3.10 Mesin bor duduk.....	26
Gambar 3.11 Timbang digital	27
Gambar 3.12 Gerinda	27
Gambar 3.13 Roll meter	28
Gambar 3.14 Kacamata	28
Gambar 3.15 Sarung tangan	29
Gambar 3.16 Palu.....	29

Gambar 3.17 Spektrometer	30
Gambar 3.18 <i>Hardness tester</i>	30
Gambar 3.19 baja ST-41	31
Gambar 3.20 Pelapis tembaga.....	31
Gambar 3.21 Larutan tembaga.....	32
Gambar 3.22 Larutan (HCl)	32
Gambar 3.23 Aquadest.....	33
Gambar 3.24 Amplas	33
Gambar 4.1 Pengukuran baja ST-41	37
Gambar 4.2 Pemotongan baja ST-41	37
Gambar 4.3 Hasil pemotongan baja ST-41	38
Gambar 4.4 Peneitikan bahan	38
Gambar 4.5 Pengeborahan bahan.....	38
Gambar 4.6 Hasil pengeboran.....	39
Gambar 4.7 Pengampalasan bahan	39
Gambar 4.8 Hasil pengampalasan.....	39
Gambar 4.9 Bak elektrolit.....	40
Gambar 4.10 Kawat tembaga.....	40
Gambar 4.11 Gelas ukur	40
Gambar 4.12 Bak larutan hcl	41
Gambar 4.13 Bak larutan aquadest	41
Gambar 4.14 Pengeringan benda kerja	41
Gambar 4.15 Timbangan digital	42
Gambar 4.16 Kabel <i>negative</i>	42
Gambar 4.17 Kabel positif.....	42
Gambar 4.18 <i>Switch power</i>	43
Gambar 4.19 <i>Timer</i> (waktu).....	43
Gambar 4.20 <i>Selector switch</i>	43
Gambar 4.21 <i>Electroplating</i> waktu 2 menit.....	44
Gambar 4.22 <i>Electroplating</i> waktu 4menit.....	44
Gambar 4.23 <i>Electroplating</i> waktu 6 menit.....	44

Gambar 4.24 <i>Switch Timer</i>	45
Gambar 4.25 Indikator <i>Timer</i>	45
Gambar 4.26 Mengangkat benda kerja	45
Gambar 4.27 Bak larutan aquadest	46
Gambar 4.28 Pengeringan benda kerja	46
Gambar 4.29 Hasil timbangan	47
Gambar 4.30 <i>Hardness tester</i>	47
Gambar 4. 31 Spektrometer	47
Gambar 4.32 Hasil <i>Electroplating</i>	48
Gambar 4.33 Hasil Pengujian <i>brinell raw material</i> dan 2 menit	53
Gambar 4.34 Hasil Pengujian <i>brinell</i> 4 menit dan 6 menit.....	53
Gambar 4. 35 Hasil pengujian komposisi	56
Gambar 4. 36 Grafik hasil uji komposisi dan uji kekerasan	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi mesin gergaji besi	23
Tabel 3. 2 Spesifikasi mesin bor duduk	26
Tabel 3. 3 Spesifikasi timbangan digital	27
Tabel 3. 4 Spesifikasi gerinda	28
Tabel 3. 5 Spesifikasi spektrometer	30
Tabel 3. 6 Spesifikasi <i>handress tester</i>	30
Tabel 4. 1 perubahan berat dari hasil pelapisan:	48
Tabel 4. 2 Hasil uji kekerasan <i>brinell raw material</i>	53
Tabel 4. 3 Hasil uji kekerasan <i>brinell</i> dengan waktu 2 menit.....	54
Tabel 4. 4 Hasil uji kekerasan <i>brinell</i> dengan waktu 4 menit.....	54
Tabel 4. 5 Hasil uji kekerasan <i>brinell</i> dengan waktu 6 menit.....	54
Tabel 4. 6 Hasil uji komposisi baja ST-41	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi.....	A-1
Lampiran 2. Kesediaan Pembimbing	A-2
Lampiran 3. Buku Bimbingan Tugas Akhir.....	A-3

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri di Indonesia mengalami perkembangan yang sangat cepat salah satunya di bidang pelapisan logam. Logam merupakan salah satu dalam proses pengerjaan dalam lapisan listrik. Pelapisan logam terdiri dari beberapa komponen dari aksesoris otomotif, aksesoris perumahan dan berbagai alat-alat di industri (Hakim dkk, 2021). Menurut (Prabowo dkk, 2021). Pelapisan tembaga merupakan salah satu proses melindungi sebuah logam interaksi dengan lingkungan luar. Tembaga mengurangi salah satunya proses korosi dengan cara melindunginya sebagai pelapisan dasar pada logam.

Menurut (F.Urfie dkk, 2019) Pelapisan logam pada *Electroplating* bertujuan membuat permukaan lebih baik pada logam. Menurut (Rawati dkk, 2022). Larutan tembaga merupakan salah satu dasar dalam proses pengerjaan dalam *Electroplating*. Menurut (Susetyo, Dwiwati, and Pangestu 2019) Tembaga memiliki sifat menarik yaitu, lunak, tahan korosi, daya hantar panas yang baik dan konduktivitas listrik tinggi. Menurut (Kayadoe and Filindity 2020). *Electroplating* merupakan salah satu proses arus listrik searah (DC) menuju ke permukaan logam. Kerapatan arus mempengaruhi waktu proses untuk mencapai komposisi yang diperlukan pada baja karbon.

Menurut (Permadi and Budiyo 2019) baja ST-41 mengalami proses *Electroplating* untuk mencegah korosi logam pada baja karbon. Menurut (Waskito

and Sakti 2019). baja ST-41 merupakan salah satu baja karbon rendah yang mempunyai sifat mekanik yang cukup baik seperti keuletan yang tinggi, tetapi kekerasannya rendah pada baja karbon.

Sedangkan menurut (Sungkowo et al. 2021) Kekerasan merupakan salah satu dalam proses pengujian dalam metode *Brinnell*. Uji kekerasan *Brinnell* mengetahui pengaruh perlakuan panas serta variasi pendinginan terhadap nilai kekerasan lapisan pada baja/logam. Menurut (Tegar and Sutoyo 2019) Uji komposisi merupakan salah satu dalam proses pengujian dalam spektrometer. Uji Komposisi spectrometer untuk mengetahui unsur-unsur ion-ion yang menempel pada spesimen baja ST-41.

Dengan alasan tersebut, produk tugas akhir yang diambil adalah *analisa Electroplating* sebagai syarat kelulusan dan sebagai media pembelajaran praktek di Prodi D-3 Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama Tegal. Oleh karena itu, peneliti ini mengambil judul “pengaruh waktu pelapisan dengan *Electroplating* tembaga pada baja ST-41 terhadap kekerasan lapisan dan uji komposisi”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan di latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana pengaruh variasi waktu pencelupan terhadap uji kekerasan lapisan tembaga pada proses *Electroplating* dengan lapisan pada baja ST-41?
2. Bagaimana pengaruh variasi waktu pencelupan terhadap uji komposisi

lapisan tembaga pada proses *Electroplating* dengan lapisan pada baja ST-41?

1.3 Batasan Masalah

Agar laporan ini lebih terarah dan tidak menyimpang dalam rumusan masalah diatas, maka perlu adanya pembatasan masalah yang ditinjau. Batasan-Batasan masalah laporan ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan baku yang diteliti merupakan baja ST-41.
2. Tebal 20 mm dan diameter 1,5 mm.
3. Tegangan listrik 4 Volt .
4. Variasi waktu 2,4 dan 6 menit.
5. Pelapisan yang digunakan Tembaga.
6. Menggunakan proses pelapisan dengan *Electroplating*.
7. Uji komposisi menggunakan spektrometer.
8. Uji kekerasan menggunakan *hardness tester*.

1.4 Tujuan

Adapun tujuan yang diinginkan pada tugas akhir ini yaitu untuk mengetahui pengaruh variasi waktu pencelupan pada proses *Electroplating* terhadap nilai kekerasan permukaan pada baja ST-41 dan mengetahui komposisi pengaruh waktu pecelupan dan arus listrik proses pelapisan *Electroplating* terhadap nilai kekerasan permukaan dan nilai komposisi pada baja ST-41.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menambah referensi sebagai pengembangan ilmu di bidang pelapisan baja terhadap proses *Electroplating*.
2. Dapat dijadikan sebagai referensi penelitian selanjutnya.
3. Dapat mengetahui proses pelapisan menggunakan *Electroplating* yang tepat berdasarkan variasi waktu pencelupan terhadap kekerasan dan uji komposisi pada lapisan tembaga.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dalam penyusunan laporan adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah ruang lingkup penyusun, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan laporan, manfaat laporan dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bagian bab ini yang dibahas adalah teori-teori tentang kajian yang diteliti yang menunjang penulis dalam melakukan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan metodologi penulisan yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini yaitu tentang diagram alur

penelitian, alat dan bahan, dan metode analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisi tentang hasil yang didapatkan melalui penelitian dan penjelasan tentang hasil tersebut.

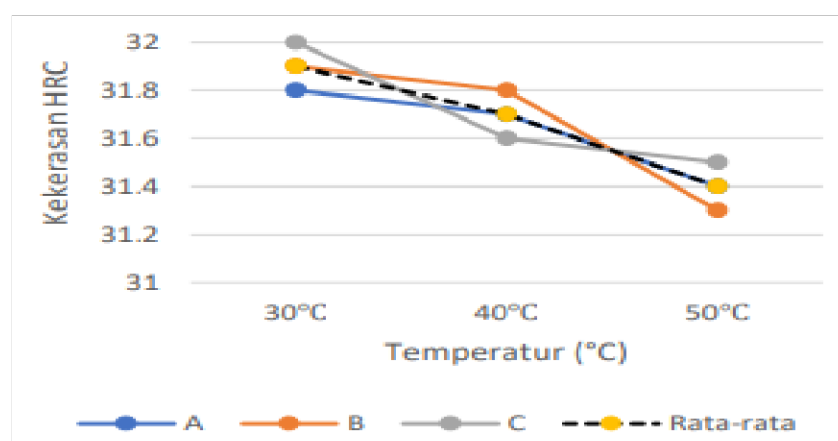
BAB V PENUTUP

Dalam bab ini menyajikan tentang simpulan dan saran penyusun.

1.7 Tinjauan Pustaka

Pada bagian ini akan dijelaskan hasil penelitian terdahulu yang bisa dijadikan acuan dalam topik penelitian ini, sehingga diharapkan mampu menjelaskan maupun memberikan referensi bagi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Berikut dijelaskan beberapa penelitian terdahulu yang telah dipilih.

1.7.1 Kekerasan permukaan dengan waktu pelapisan 15 menit



Gambar 1.1 Kekerasan permukaan dengan waktu pelapisan 15 menit (Andriawan and Palupi 2019).

Dari sebuah grafik di atas terlihat kekerasan permukaan menurun sehingga bertambah temperatur elektrolit. Menghasilkan kekerasan pada permukaan tertinggi maka terjadi pada spesimen dengan temperatur 30°C kemudian kekerasan pada permukaan terendah terdapat pada spesimen dengan temperature 50°C. Maka semakin tinggi temperatur pelapisan dan semakin banyak lapisan nikel yang menempel pada permukaan benda baja ST-41 dengan nilai kekerasan permukaan yang dapat akan semakin menurun. Hal ini terjadi karena berbagai factor antaranya proses oksidasi dengan terjadinya pada spesimen, dapat juga sifat dari bahan pelapis (nikel) yang sangat lunak sehingga mengakibatkan kekerasan dari material menurun.

1.7.2 Uji Komposisi

Dari tabel dibawah menunjukkan nilai-nilai hasil pengujian komposisi kimia dari spesimen uji. Pada sampel uji unsur C (Karbon) memiliki kandungan sebesar 0,116% berdasarkan hasil pengujian komposisi, maka spesimenter golong dalam baja karbon rendah AISIA 1010 yang memiliki kadar karbon 0,1% -0,3%.

Unsur	Komposisi (%)
Fe	Balance
C	0,116
Si	0,245
Mn	0,878
P	0,0030
S	0,0030
Cr	0,057
Mo	0,069
Ni	0,019
Al	0,011
Co	0,0050
Cu	0,0099
Nb	0,0050
Ti	0,0030
V	0,0050
W	0,030

Gambar 1.2 Uji komposisi
(S. dwi Saputra and Masugino 2022)

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian *Electroplating*

Suatu teknologi pengerjaan logam. pada proses *Electroplating* dapat dikategorikan sebagai suatu proses pengerjaan akhir atau *metal finishing* secara sederhana, *electroig* yaitu dapat diartikan sebagai proses pelapisan logam, dan menggunakan bantuan arus listrik atau senyawa kimia tertentu berguna untuk memindahkan partikel-partikel logam pelapis pada material yang ingin dilapisi. Pelapisan pada logam dapat berupa lapisan tembaga, galvanis, perak, emas, brass, seng, nikel dan crom. Dengan lapisan tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan masing-masing pada material. Membedakan yang utama pada pelapisan tersebut selain anoda yang digunakan, adalah larutan elektrolisisnya. yang dilakukan oleh Tadashi Doidan Kanzunari Mizumoto, mereka menemukan larutan terbaru yaitu (elektrolisis) yang diberi nama larutan citrate (kekerasan deposit mencapai 440 vhn) (Saputra dkk, 2019).

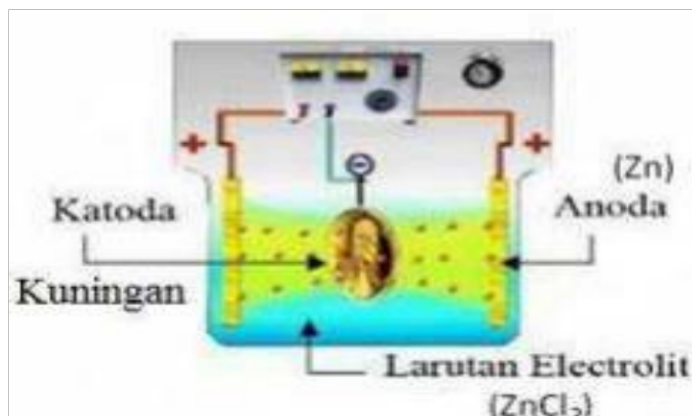
Pada proses *Electroplating* mengubah suatu sifat fisik, atau mekanik, dan sifat teknologi pada suatu material. Salah satu contoh perubahan fisik pada material yang dilapisi dengan tembaga untuk bertambahnya daya tahan material tersebut terhadap laju korosi, serta bertambahnya kapasitas konduktifitasnya. Maupun dalam sifat mekanik, akan terjadi perubahan kekuatan tarik maupun tekanan dari suatu material sesudah mengalami proses pelapisan dibandingkan dengan sebelumnya. Dengan itu, tujuan pelapisan logam tidak luput dari tiga hal, yaitu untuk meningkatkan sifat teknis atau mekanis dari suatu logam, yang keduanya melindungi pada logam dari korosi, dan memperindah tampilan pada material (Abdilah dkk, 2019).

2.2 Prinsip Dasar *Electroplating*

Prinsip-prinsip dasar *Electroplating* adalah sebagai daya yang mengerakan ion-ion pada elektrolit. Pada sumber aurs yang diperoleh dari baterai, akumulator dan DC (power supply). Penggunaan pada arus searah atau DC yang sangat perlu diperhatikan pada besaran arus yang digunakan suatu proses ini. Pada arus yang terlalu besar akan menyebabkan aktivitas electron yang dilepas pada anoda terlalu cepat menyebabkan deposit lapisan logam pada katoda tebal namun kurang merata, ataupun arus yang terlalu kecil menyebabkan sedikitnya lapisan pada logam yang terdeposit (Subangga dkk, 2019). Suatu proses *Electroplating*, pada jumlah perubahan kimia yang akan terjadi sebanding dengan jumlah listrik yang mengalir. Adapun dari sekian banyaknya perubahan kimia yang terjadi hanya salah satu yang diperlukan, yaitu jumlah endapan pada logam dari permukaan katoda sehingga yang didapatkan arus untuk perubahan kimia dianggap sebagai pemborosan atau penguraangan efisiensi (Alian, Ir.Helmy 2021).

Pada dasarnya, proses *Electroplating* adalah sebuah rangkaian dari suatu arus listrik atau duisebut dengan arus listrik searah (DC). Elektroda ataupun anoda dan katoda, larutan elektrolit dan benda kerja ditempatkan sebagai katoda. Ketiga ini disusun supaya membentuk suatu rangkaian sitem pelapisan listrik dengan rangakian sebagai berikut:

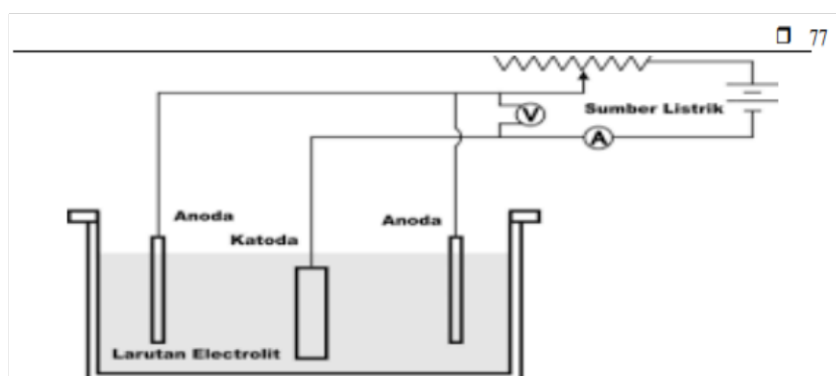
1. Anoda dihubungkan pada kutub positif dari sumber listrik.
2. Katoda dihubungkan pada kutub negatif pada sumber listrik.
3. Anoda dan katoda direndamkan dalam larutan elktrolit.



Gambar 2.1 Prinsip dasar *Electroplating*
(Ansari dkk. 2020).

2.3 Sekema Proses *Electroplating*

Perpindahan ion-ion pada logam yaitu dengan bantuan arus listrik yang mengalir melalui larutan elektrolit sehingga dapat ion-ion pada logam mengendap dan benda padat yang akan dilapisi. Ion-ion pada logam didapatkan dari larutan elektrolit adapun berasal dari pelarutan anoda pada logam di dalam elektrolit. Terjadinya pengendapan pada benda kerja berlaku sebagai katoda.



Gambar 2.2 Skema proses *Electroplating*
(Napitupulu dkk. 2022)

Sebelum tahapan akhir pada proses pelapisan ini kita dapat melakukan dengan proses nitridasi dan chrom bertujuan atas untuk mendapatkan sifat-sifat yang tahan lama terhadap laju korosi dan menambah keindahan suatu logam. Proses terjadinya pelapisan

pada logam adalah di mulai dari seluruh ion-ion pada logam dari molekul-molekul pelarut yang mengalami polarisasi(Napitupulu dkk. 2022).

2.4 Macam – Macam Baja

2.4.1 Baja

Baja adalah suatu logam paduan dengan berbahan dasar besi. Besi murni yang mempunyai sifat yang kurang kuat dan mudah berkarat, namun memiliki tingkatan keuletan yang sangat tinggi. Kandungan unsur- unsur karbon dalam baja berkisaran antara 0,2% hingga 2,1% berat sesuai ukurannya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur pengeras. Kandungan karbon yang besar dalam baja akan mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah dibentuk. Logam besi pada baja dapat dibentuk menjadi berbagai macam-macam bentuk sesuai dengan keperluan. Secara garis besar ada 2 jenis baja yaitu: baja karbon dan baja paduan (Permadi dan Budiyanto 2019).

2.4.2 Baja Karbon

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja panduan yang terdiri atas unsur besi (Fe) dan karbon (C). Dimana besi merupakan unsur dasar dan karbon sebagai unsur panduan utamanya. Dalam proses pembubutan baja akan ditemukan pula penambahan kandungan unsur kimia lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (S), mangan (Mn) dan unsur kimia lainnya sesuai dengan sifat baja yang diinginkan. Baja karbon memiliki kandungan unsur karbon dalam besi sebesar

0,2% hingga 2,14%, dimana kandungan karbon tersebut berfungsi sebagai unsur pengeras dalam struktur baja.

Baja karbon dapat dikalifikasikan berdasarkan jumlah persentase komposisi kimia karbon dalam baja yakni sebagai berikut:

1. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)

Baja karbon rendah merupakan baja dengan kandungan unsur karbon dalam struktur baja karbon kurang dari 0,3% C.

2. Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*)

Baja karbon sedang merupakan baja karbon dengan presentase kandungan pada besi sebesar 0,3% C – 0,59% C.

3. Baja Karbon Tinggi (*Hight Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi adalah baja karbon yang memiliki kandungan karbon sebesar 0,6% C – 1,4% C (Tanjung dkk. 2020).

2.4.3 Baja Paduan

Baja dikatakan paduan jika komposisi dan unsur-unsur panduannya secara khusus, bukan baja karbon biasa yang terdiri dari unsur silisium dan mangan. Baja paduan semakin banyak di gunakan. Unsur yang paling banyak digunakan untuk baja paduan, yaitu: Cr, Mn, W, Mo, Ti, Al, Cu, Nb, Zr .Pada penelitian ini baja yang digunakan adalah baja tipe ST 41 dengan spesifikasi Crabon (0,37-0,43%), Silikon (0,5-0,35%), dan Mangan (0,60-0,90%) (Ferenza dkk, 2021).

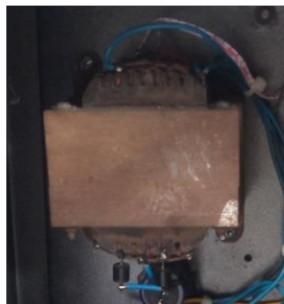
2.4.4 Baja ST-41

Baja ST-41 adalah salah satu dari baja karbon rendah merupakan Bahan logam yang mempunyai sifat keuletan yang sangat tinggi, ketanguhan dan mudah di bentuk namun kekerasanya sangat rendah. Arti dari ST itu sendiri adalah singkatan dari steel atau (baja) sedangkan angka dari 41 berarti menunjukkan batas minimum untuk kekuatan tarik 40 km/mm (Manta, Haryono, dan Wirayudha 2022).

2.5 Unsur-Unsur Pokok Proses *Electroplating*

2.5.1 Trafo (*Rectifer*)

Proses *Electroplating* menggunakan trafo dengan spesifikasi yang dibutuhkan Pada proses *Electroplating* dan berfungsi sebagai sumber daya penghantar untuk menyalurkan atau menarik ion-ion positif dari anoda. Yang digunakan arus listrik pada proses *Electroplating* adalah arus DC (*direct current*) atau arus searah Arus listrik yang digunakan pada proses *Electroplating*. Dan untuk mendapatkan arus listrik diinginkan maka digunakan Trafo dimana suatu arus yang mengalir oleh Trafo ini yang bersifat searah (DC), teganganya konstan dan besar arus yang mengalir dapat divariasikan (Purdiyanto dkk, 2021).



Gambar 2.3 Trafo

2.5.2 Larutan Pelapisan Tembaga

Dalam proses pelapisan, kondisi proses paling penting untuk diperhatikan karena kondisi tersebut menentukan keberhasilan proses pelapisan serta mutu pelapisan yang dihasilkan. Adapun Hal ini yang perlu diperhatikan dalam pelapisan adalah:

1. Rapat arus (*Current Density*)

Rapat arus adalah bilangan yang menyatakan jumlah arus listrik yang mengalir perluas unit elektroda. Terbagai menjadi 2 macam yaitu rapat arus yang diperhitungkan ialah rapat arus katoda yaitu banyaknya arus listrik yang perlukan untuk mendapatkan atom-atom logam pada tiap satuan luas benda yang akan dilapisi. Rapat arus dapat diatur, makin tinggi rapat arus, makin meningkat kecepatan pelapisan dan dapat memperkecil ukuran/bentuk Kristal.

2. Tegangan Arus (*Voltage*)

Seperti yang di jelaskan sebelum bahwa pada proses lapis listrik, tegangan yang akan digunakan harus konstan sehingga yang divariabelkan hanyalah ampere saja. Maksudnya adalah bila luas permukaan benda kerja bervariasi, maka rapat arus yang divariasikan sesuai dengan ketentuan, sedangkan teganganya tetap.

3. Temperatur Larutan

Temperatur larutan dapat mempengaruhi hasil lapisan. Kenaikan temperatur larutan mmenyebabkan bertambahnya ukuran kristal. Pada proses *Electroplating* nikel dan crom temperatur yang tinggi, daya larut bertambah besar dan terjadi: penguraian garam logam yang menjadikan tingginya konduktifitas serta

menambah mobilitas ion logam, tetapi viskositas jadi berkurang, sehingga endapan ion logam pada katoda akan lebih cepat sirkulasi.

4. pH Larutan

pH larutan digunakan untuk menentukan derajat keasaman suatu larutan elektrolit dan dalam operasi lapis listrik, pH berarti juga pOH. pH larutan dapat diatur atau diukur dengan alat ukur pH meter atau colorimeter. Tujuan menentukan derajat keasaman ini adalah untuk melihat atau mengecek kemampuan dari larutan dalam menghasilkan lapisan yang lebih baik. Umumnya untuk larutan yang bersifat basa atau alkali. Derajat keasaman (pH) nya berkisaran antara 11-14, sedangkan untuk larutan asam, pH-nya berkisaran 4,5-5,6.

5. Proses Pengerjaan Akhir (*Post Treatment*)

Benda kerja yang telah dilakukan proses lapis listrik biasanya dibilas dan dikeringkan. Tetapi terkadang perlu juga dilakukan pengerjaan lanjut seperti misalnya dipasifkan atau diberi lapis perlindungan chromate (*chromating*) atau lapisan lindung transparan yaitu dengan Iaquar (Cahyono dkk, 2020).

2.5.3 Anoda (bahan pelapis)

Anoda adalah elektroda positif yang merupakan logam pelapis. Pada proses *Electroplating* ini menggunakan anoda tembaga. Berfungsi dari anoda adalah sebagai sumber bahan baku yang akan dibawa melalui elektrolit ke permukaan katoda. Anoda biasanya dipilih dari logam murni untuk menjamin kebersihan elektrolit pada saat proses *Electroplating*. Ada sebuah arus listrik yang mengalir melalui larutan elektrolit antara anoda dan katoda, terjadi pada anoda maka

pelepasan ion-ion logam tersebut di endapan pada katoda, logam-logam yang biasa digunakan sebagai bahan pelapis, antara lain: Tembaga, kuningan, nikel, dan krom (Budiyanto dkk, 2020).



Gambar 2.4 Anoda

2.5.4 Katoda (bahan yang dilapisi)

Katoda adalah elektroda negatif sebagai benda kerja yang akan dilapisi dalam larutan elektrolit, pada proses *Electroplating* ini menggunakan katoda baja st-41. Pada proses *Electroplating*, Katoda atau benda kerja yang dapat memiliki bentuk dan dapat terbuat dari beraneka logam, Katoda dihubungkan ke kutub negatif dari arus listrik. Agar mendapatkan hasil pelapisan yang sangat baik, maka diperlukan proses penyiapan sebelum dilakukan pelapisan. Logam-logam yang digunakan biasanya, yaitu baja, perak, kuningan, tembaga (Alian, Ir.Helmy 2021).



Gambar 2.5 Katoda

2.5.5 Pelapisan Tembaga

Pelapisan tembaga yang paling terpenting adalah sebagai suatu lapisan dasar dari *Electroplating* pada baja yang sebelum dilapisi tembaga dari laurutan asam yang biasanya diikuti dengan pelapisan nikel dan crom. Pada tembaga merupakan logam yang banyak sekali digunakan, karena mempunyai sifat hantar arus yang baik dan panas yang baik. Dan juga tembaga digunakan untuk pelapisan dasar karena dapat menutup permukaan bahan yang ingin di lapisi dengan sempurna. Dengan pelapisan dasar tembaga juga di perlukan untuk pelapisan selanjutnya yaitu dengan nikel yang kemudian diakhiri dengan pelapisan crom. Maka semakin tebal lapisan tembaga asam maka pada daya tahan baja lebih awet dan baik, umumnya tebal lapisan 1-5 mikron (Hermayantiningsih 2023).



Gambar 2. 6 Pelapis tembaga

2.5.6 Larutan Asam

Larutan asam atau disebut juga (HCL) adalah larutan asam kuat dan merupakan komponen-komponen yang sering kita gunakan dalam industri pada logam berguna untuk menghilangkan karat ataru kerak besi yang menepel dari besi ataupun baja sebelum pengolahan selanjutnya yaitu galvanis dan *Electroplating*. Biasanya dimanfaatkan juga untuk mengatur PH pada keasaman air dan mempunya sifat-sifat yang sangat korosif (Stiadi dkk, 2019).



Gambar 2.7 Larutan asam

2.5.7 Aquadest

Aquadest adalah merupakan suatu pelarut yang jauh lebih baik yang dibandingkan pada semua cairan yang umumnya kita jumpai. Pada senyawa yang akan segera melarutkan di dalam aquadest terdiri dari berbagai senyawa organik netral yang dapat mempunyai gugusan fungsional polar seperti gula, alkohol, aldehida, dan keton. Dengan kelarutannya yang disebabkan oleh cenderungnya molekul aquadest yang membentuk ikatan pada hydrogen dengan gugusan hidroksil gula dan alkohol atau gugusan karbonil aldehida dan keton (Dalid dkk, 2019).



Gambar 2. 8 Aquadest

2.5.8 Pengujian Kekerasan

Uji kekerasan adalah proses pengujian yang paling efektif untuk menguji kekerasan dari suatu material, karena dengan adanya pengujian ini kita dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanis suatu material atau suatu

benda. Meskipun pengukuran hanya dilakukan pada satu titik, atau daerah tertentu saja, nilai kekerasan cukup valid untuk menyatakan kekuatan suatu material. Dengan melakukan uji kekerasan, material dapat dengan mudah digolongkan sebagai material ulet atau getas. Salah satu sifat mekanik bahan yang paling penting adalah kekerasan, untuk mengetahui nilai kekerasan pada suatu bahan, maka dilakukan pengujian kekerasan menurut suatu metode tertentu, pengujian kekerasan ini bertujuan untuk Mengetahui perubahan suatu sifat dan perubahan suatu kekerasan. Dari logam setelah di *Electroplating* (Budiman, Wibisono, and Sudarno 2022).

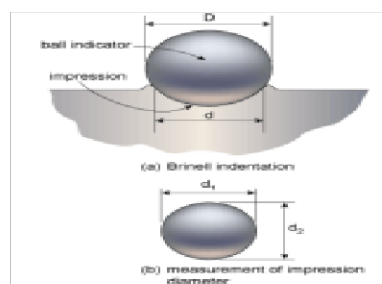


Gambar 2. 9 Alat penguji kekerasan

2.5.9 Metode Penguji Kekerasan

Dalam pengujian kekerasan terdapat beberapa metode yang biasa digunakan antara lain: metode *brinell*.

1. Metode Penguji *Brinell*



Gambar 2. 10 Penguji *brinell*
(Viyus, Khambali, and Hertomo 2020)

Menguji kekerasan dengan metode *brinell* bertujuan untuk menentukan suatu kekerasan material dalam bentuk daya tahan material pada bola baja (indentor) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (spesimen). Biasanya idealnya, pengujian *brinell* di peruntukan untuk material yang memiliki permukaan yang kasar dengan uji kekuatan berkisaran 500-3000 kgf. Indentor (bola baja) biasanya telah dikeraskan dan di ing atau terbuat dari bahan Karbida Tugsten. Prinsip – prinsip dari uji kekerasan ini adalah dengan menekan indentor selama waktu 15 detik. Kemudian diameter yang dihasilkan indentasi diukur dengan menggunakan mikroskop optic. Kekerasan pada *brinell* adalah besar beban indentor perluas permukaan hasil indentasi. Dapat di rumuskan sebagai berikut nilai kekerasan (HB):

Keterangan:

$$HB = 0.102 \times \frac{2F}{\pi \cdot D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad F = \text{besar pembebanan (N)}$$

D = diameter indentor (mm)

d = diameter indentasi / jejak (mm)

Rumus Pengujian *brinell* (Viyus, Khambali, and Hertomo 2020)

- a. Keuntungan pada metode *brinell* adalah yaitu dalam pengujian tidak dapat dipengaruhi oleh permukaan material yang kasar dan bekas penekanan yang sangat cukup besar sehingga mudah dilihat.
- b. Kelemahan pada metode *brinell* yaitu dalam pengujian tidak dapat digunakan benda yang tipis dan kecil. Begitu juga dengan halnya penguji

brinell tidak dapat digunakan pada material yang sangat lunak maupun sangat keras.

2.5.10 Uji komposisi Pada *Electroplating*

Pengujian Komposisi menggunakan spektrometer pada pelapisan *Electroplating* adalah salah satu paling penting dalam suatu hasil lapisan ion-ion yang menempel pada benda kerja saat proses *Electroplating*. Maka dari itu, dari semua banyaknya jenis-jenis pengujian yang dilakukan terhadap hasil dari ing, pegujian komposisi dari salah satu syarat uji yang harus dilakukan pada proses *Electroplating*. Pengujian komposisi bertujuan untuk mengetahui unsur-unsur pembentukan dari spesimen baja ST-41. Dalam merencanakan suatu uji komposisi yang sangat perlu diperhatikan material baja karbon logam dengan kandungan C (Karbon) kurang dari 3% termasuk dalam golongan baja karbon rendah (Briyartendra,2021).

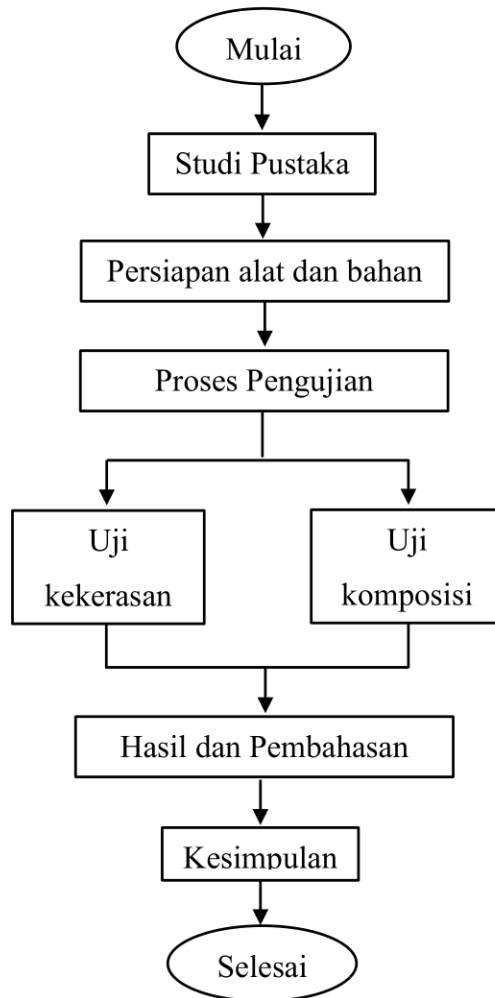


Gambar 2. 11 Alat uji komposisi

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alur Penelitian



3.2 Alat Dan Bahan

Proses uji kekerasan lapisan dan ketebalan lapisan Tembaga pada proses *Electroplating* membutuhkan alat dan bahan yang memadai. Alat dan bahannya yaitu:

3.2.1 Alat – Alat Yang Perlukan

1. Trainer *elektroing*

Traner *Electroplating* adalah tujuan untuk melindungi permukaan logam dasar dengan sifat logam pelapis yang mempunyai sifat berbeda dengan sifat logam dasarnya.



Gambar 3.1 Trainer *Electroplating*

2. Mesin gergaji besi

Berfungsi sebagai untuk memotong benda kerja yang berbahan logam seperti besi.



Gambar 3.2 Mesin gergaji besi

Tabel 3. 1 Spesifikasi mesin gergaji besi

Jenis mesin	Horizontal Bandsaw Machine Bs-250
Kapasitas material	250 mm x 430 mm
Dimensi pisau potong	L 3430 x W 27 x T0.9 mm
Kisaran kecepatan	25-70 RPM
Ukuran mesin	1900 x 760 mm
Berat mesin	320 kgs

3. Jangka sorong

Berfungsi sebagai jangka sorong digunakan untuk mengukur Ketebalan, diameter dalam, diameter luar dan mengukur kedalaman suatu benda.



Gambar 3.3 Jangka sorong

4. Gelas ukur

Berfungsi sebagai gelas ukur adalah untuk mengukur volume larutan atau zat cair dengan tepat dengan kapasitas 1 liter.



Gambar 3.4 Gelas ukur

5. Bak elektrolit

Berfungsi sebagai tempat atau wadah untuk larutan elektrolit, larutan hcl, dan larutan pembilas.



Gambar 3.5 Bak elektrolit

6. Kawat tembaga

Berfungsi sebagai tempat untuk meletakkan material yang akan dilapis (katoda dan anoda).



Gambar 3.6 Kawat tembaga

7. Tang

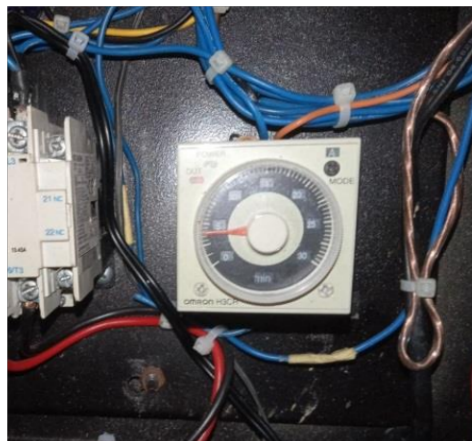
Befungsi sebagai membengkokkan kawat tembaga sebagai gantungan benda kerja *Electroplating*.



Gambar 3.7 Tang

8. Stopwacht

Stop watch adalah sebuah alat yang digunakan untuk menghitung satuan waktu, berdasarkan jarak yang ditempuh dengan kecepatan tertentu.



Gambar 3.8 Stopwacht

9. Ragum

Berfungsi sebagai menahan benda kerja selama operasi seperti penggergajian dan pengamplasan.



Gambar 3.9 Ragum

10. Mesin bor duduk

Berfungsi melubangi besi dalam jumlah banyak, sehingga agar tidak lelah pengguna bisa menggunakannya sambil duduk.



Gambar 3.10 Mesin bor duduk

Tabel 3. 2 Spesifikasi mesin bor duduk

Model	Mesin bor duduk
Kecepatan tanpa beban	1420 Rpm
Meja mesin	240 x 240 mm
tinggi	580 mm
Daya	220 V

11. Timbangan digital

Berfungsi sebagai menimbang berat suatu benda kerja seperti baja st-41



Gambar 3.11 Timbang digital

Tabel 3. 3 Spesifikasi timbangan digital

Model	Goto kitchen scale kyla battery
Kapasitas berat	10kg
Unit satuan	g/oz
Ukuran produk	22.5 x 15.5 x 3.6cm
Diameter timbangan	14cm
Baterai	2 X AAA

12. Gerinda

Berfungsi sebagai mengamplas permukaan benda baja st-41 agar permukaan menjadi halus/rata.



Gambar 3.12 Gerinda

Tabel 3. 4 Spesifikasi gerinda

Model	MODREN
Berat	1,6 Kg
Tegangan	220 V
Diameter pisau	100 Mm
Kecepatan tanpa beban	12.000 Rpm
Daya	570 W

13. Roll meter

Berfungsi sebagai mengukur jarak atau panjang suatu benda kerja



Gambar 3.13 Roll meter

14. Kacamata

Berfungsi sebagai melindungi mata dari percikan atau serpihan dari proses pengampalsan menggunakan gerinda dan pengeboran.



Gambar 3.14 Kacamata

15. Sarung tangan

Berfungsi sebagai melindungi tangan dari cairan atau dari serpihan pengampalasan dan pengeboran.



Gambar 3.15 Sarung tangan

16. Palu

Merupakan alat untuk menitik benda kerja yang mau di bor.



Gambar 3.16 Palu

17. Spektrometer

Berfungsi sebagai untug mengetahui sebuah komposisi pada benda kerja baja st-41.



Gambar 3.17 Spektrometer

Tabel 3. 5 Spesifikasi spektrometer

Model	Bruker
Pembuat	jerman
No. seri	Q2 ION
Kapasitas	16 unsur yang tedeteksi

18. *Hardness tester*

Berfungsi untuk menguji kekerasan bahan setelah dilakukan proses *Electroplating*.

Gambar 3.18 *Hardness tester*Tabel 3. 6 Spesifikasi *handress tester*

Model	<i>Hardness tester</i>
Dimensi alat	550 x 210 750 mm
Berat alat	125 kg
Daya	220 V

3.2.2 Bahan

1. Bahan baja ST-41

Baja ST-41 merupakan baja karbon rendah dimana baja ini memiliki kombinasi sifat keuletan yang tinggi, ketangguhan dan mudah di bentuk namun kekerasannya rendah.



Gambar 3.19 baja ST-41

2. Pelapis tembaga (anoda)

Pelapis tembaga murni berfungsi sebagai anoda atau pelapis tembaga sebagai sumber bahan baku yang akan di salurkan melalui elektrolit keperumakan katoda atau baja ST-41.



Gambar 3.20 Pelapis tembaga

3. Larutan tembaga

Larutan tembaga adalah menambah kuatnya lapisan yang dilakukan proses *Electroplating*, karena sifat ini banyak pelapisan lain dilakukan setelah logam dasar dilapisi dengan larutan tembaga.



Gambar 3.21 Larutan tembaga

4. Larutan (HCl)

Berfungsi sebagai menghilangkan kotoran pada benda kerja yang ingin di proses *Electroplating*.



Gambar 3.22 Larutan (HCl)

5. Aquadest

Berfungsi untuk membersihkan benda kerja dari zat-zat kimia yang menempel di benda kerja.



Gambar 3.23 Aquadest

6. Amplas

Berfungsi untuk membersihkan permukaan benda dari karat dan meratakan permukaan benda kerja sebelum dilakukan proses *Electroplating*.



Gambar 3.24 Amplas

3.3 Variabel penelitian

1. Variable tetap

- Larutan tembaga
- Larutan HCl
- Larutan aqudest

- Baja ST-41

2. Variable bebas

- Waktu pencelupan 2menit, 4 menit, dan 6 menit
- Tegangan listrik pelapisan 4 volt

3.4 Metode penelitian

Prosedur penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini yaitu :

1. Memotong benda kerja baja ST 41 yang berdiameter 1,5 mm dengan tebal 20 mm sampai jumlah total 19 spesimen.
2. Pemotongan/pembentukan spesimen menggunakan gergaji potong serta jangka sorong.
3. Spesimen dibor di bagian atas sebagai tempat untuk mengkaitkan kawat.
4. Membersihkan spesimen sebelum dilakukan proses *elektroing*.
5. Pembersihan secara mekanik dengan menggunakan amplas untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan goresan-goresan serta kotoran yang menempel pada benda kerja.
6. Pembersihan dengan (HCl) yang bertujuan untuk membersihkan benda kerja dari lemak dan minyak yang direndamkan ke dalam larutan.
7. Pembilasan dengan menggunakan aquadest
8. Pengeringan spesimen setelah dibersihkan.
9. Pengukuran berat, timbangan digital sebelum proses *elektroing*.
10. Memepersiapkan Larutan Elektrolit.
11. Menyiampan larutan tembaga yang akan digunakan sebanyak 3liter.
12. Masukkan larutan tembaga ke dalam beaker glass dengan kapasitas 1 liter.
13. Melakukan tahap pelapisan elektroing sesuai dengan waktu dan arus listrik yang telah ditentukan.

14. Spesimen dengan jumlah 3 spesimen yang telah disiapkan dicelupkan ke dalam larutan elektrolit pada waktu 2 menit serta dengan tegangan listrik 4V.
15. Dengan cara yang sama, 3 spesimen berikutnya dicelupkan ke dalam larutan elektrolit pada waktu 4 menit serta dengan tegangan listrik 4V.
16. Kemudian 3 spesimen terakhir dicelupkan dengan waktu 6 menit serta dengan tegangan listrik 4V.
17. Setelah proses pelapisan selesai, dilakukan pembilasan menggunakan aquadest dan dikeringkan.
18. Pengukuran berat spesimen menggunakan timbangan digital setelah proses pelapisan.
19. Pengukuran hasil kekerasan lapisan semua spesimen setelah dilapisi dengan proses *Electroplating* menggunakan *Hardness Test*.
20. Pengukuran nilai komposisi benda uji setelah proses pelapisan *Electroplating* dengan menggunakan spectrometer.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan *Electroplating*

4.1.1 Persiapan Alat Dan Bahan

Mempersiapkan alat-alat dan bahan material yang akan digunakan sebelum proses pelapisan *Electroplating*, bahan yang digunakan adalah baja ST-41 dengan diameter 1,5 mm dan tebal 20 mm yaitu:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------|
| 1. Trainer <i>Electroplating</i> | 16. Sarung tangan karet |
| 2. Mesin gergaji besi | 17. Hardness tester |
| 3. Jangka sorong | 18. Baja ST-41 |
| 4. Gelas ukur | 19. Larutan tembaga |
| 5. Bak elektrolit | 20. Pelapis tembaga |
| 6. Roll meter | 21. Larutan HCl |
| 7. Kawat tembaga | 22. Larutan aquadest |
| 8. Tang | |
| 9. Stopwatch | |
| 10. Ragum | |
| 11. Mesin bor duduk | |
| 12. palu | |
| 13. Timbangan digital | |
| 14. Gerinda | |
| 15. Kacamata | |

4.1.2 Pengukuran Dan Pemotongan

Selanjutnya alat dan bahan sudah siap, setelah itu melakukan proses pengukuran dan pemotongan benda baja ST-41 sebagai berikut:

1. Pengukuran material sebelum dipotong menggunakan roll meter



Gambar 4.1 Pengukuran baja ST-41

2. Setelah pengukuran, langkah selanjutnya yaitu pemotongan bahan baja ST-41 yang berdiameter 1,5 mm dengan panjang 20 mm sampai jumlah total 20 spesimen . Pemotongan menggunakan mesi gegaji potong.



Gambar 4.2 Pemotongan baja ST-41



Gambar 4.3 Hasil pemotongan baja ST-41

4.1.3 Pengeboran

Prose pengeboran baja ST-41 sepesimen di bor dibagian atas sebagai tempat mengkaitkan kawat pada proses *Electroplating* dan tidak lupa dengan APD (alat pelindung diri) yaitu, kacamata dan sarung tangan.



Gambar 4.4 Peneitikan bahan



Gambar 4.5 Pengeborahan bahan



Gambar 4.6 Hasil pengeboran

4.1.4 Pengampalasan

Proses pengampalasan baja ST-41 agar permukaan benda yang ingin di uji rata dengan menggunakan gerinda dan tidak lupa dengan APD (alat pelindung diri) yaitu kaca mata dan sarung tangan.



Gambar 4.7 Pengampalasan bahan



Gambar 4.8 Hasil pengampalasan

4.1.5 Proses *Electroplating*

1. Siapkan bak elektrolit sebagai wadah cairan untuk proses *Electroplating*.



Gambar 4.9 Bak elektrolit

2. Kemudian siapkan kawat dibengkokkan menggunakan tang berfungsi sebagai katoda dan anoda.



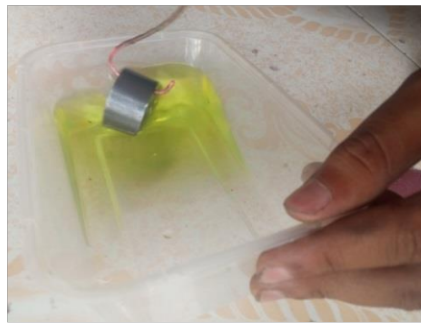
Gambar 4.10 Kawat tembaga

3. Tuangkan cairan ke gelas ukur yang berukuran 1 liter dan setelah cairan digelas ukur tuangkan ke dalam bak elektrolit sebanyak 3 liter.



Gambar 4.11 Gelas ukur

4. Setelah proses pengampalasan pada baja ST-41 dilakukan perendaman ke bak larutan HCL agar kotoran sisah-sisah pada proses pengampalasan bersih dari benda baja ST-41 dan selama waktu 5 menit.



Gambar 4.12 Bak larutan hcl

5. Lalu dibilas menggunakan aquadest supaya zat-zat kimia pada baja ST-41 agar tidak tercampur pada proses selanjutnya.



Gambar 4.13 Bak larutan aquadest

6. Lakukan pengeringan benda kerja baja ST-41 selama waktu 5 menit.



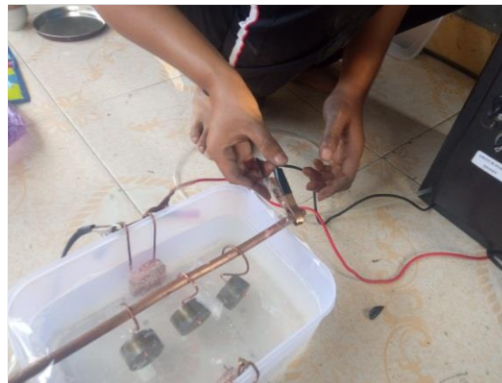
Gambar 4.14 Pengeringan benda kerja

7. Pengukuran berat, pada baja ST-41 spesimen menggunakan timbangan digital.

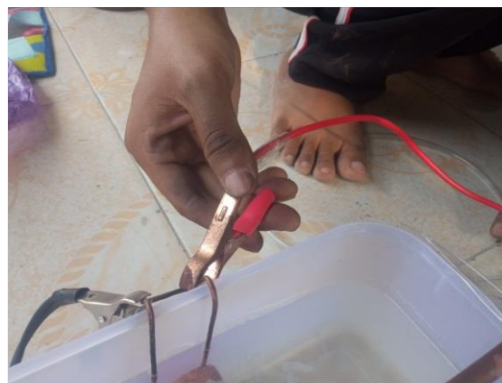


Gambar 4.15 Timbangan digital

8. Sambungkan kabel negative ke kawat anoda dan sambungkan kabel positif ke pipa tembaga yang digantungkan ke katoda.



Gambar 4.16 Kabel *negative*



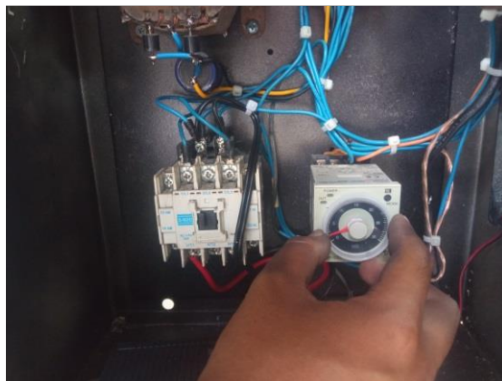
Gambar 4.17 Kabel positif

9. Nyalakan box panel putar ke kanan sampai indikator lampu warna hijau menyala.



Gambar 4.18 *Switch power*

10. Menyetel *Timer* dengan memutar ke kanan indicator jarum angakan menunjukkan angka yang di tentukan yaitu: 2 menit, 4 menit, dan 6 menit.



Gambar 4.19 *Timer (waktu)*

11. Lalu putar ke kanan untuk menyetel voltase sampai 4 v



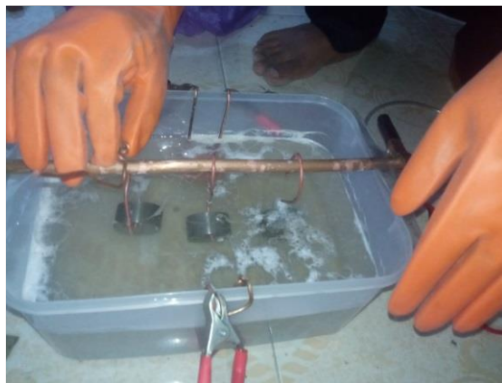
Gambar 4.20 *Selector switch*

12. Spesimen dengan jumlah 3 spesimen yang telah disiapkan dicelupkan ke dalam larutan elektrolit pada waktu 2 menit serta dengan tegangan listrik 4V.



Gambar 4.21 *Electroplating* waktu 2 menit

13. Dengan cara yang sama, 3 spesimen berikutnya dicelupkan ke dalam larutan elektrolit pada waktu 4 menit serta dengan tegangan listrik 4V.



Gambar 4.22 *Electroplating* waktu 4menit

14. Kemudian 3 spesimen terakhir dicelupkan dengan waktu 6 menit serta dengan tegangan listrik 4V.



Gambar 4.23 *Electroplating* waktu 6 menit

15. Selanjutnya putar kekanan sampai indikator lampu kuning menyala dan akan terjadinya proses *Electroplating*.



Gambar 4.24 *Switch Timer*

16. Apabila indikator berwarna merah berarti proses *Electroplating* sudah selesai dengan waktu yang diinginkan.



Gambar 4.25 Indikator *Timer*

17. Lalu angkat benda kerja yang menggantung pada pipa tembaga.



Gambar 4.26 Mengangkat benda kerja

18. Lanjut bilas benda kerja hasil *Electroplating* menggunakan aquadest agar sisah-sisah carian tembaga sampai benda bersih.



Gambar 4.27 Bak larutan aquadest

19. Kemudian gantungkan untung proses pengeringan benda kerja yang sudah melalui proses *Electroplating* dan dilakukan pembilasan pengeringan selama waktu 5 menit.



Gambar 4.28 Pengeringan benda kerja

20. Pengukuran berat spesimen menggunakan timbangan digital setelah proses pelapisan.



Gambar 4.29 Hasil timbangan

21. Pengukuran hasil kekerasan lapisan semua spesimen setelah dilapisi dengan proses *Electroplating* menggunakan *Hardness tester*.



Gambar 4.30 *Hardness tester*

22. Pengukuran nilai komposisi benda uji sebelum dan setelah proses pelapisan *Electroplating* dengan menggunakan spektrometer.



Gambar 4. 31 Spektrometer

4.1.6 Hasil *Electroplating* Tembaga

Setelah melakukan proses *Electroplating* tembaga dengan sebelum waktu pelapisan dan sesudah pelapisan dengan waktu selama 2 Menit, 4 Menit dan 6

Menit dengan tegangan 4 Vlot, diperoleh hasil *Electroplating* seperti pada Gambar dibawah.



Gambar 4.32 Hasil *Electroplating*

Tabel 4. 1 perubahan berat dari hasil pelapisan:

spesimen	waktu	Berat awal (g)	Berat akhir (g)
1	2 menit	189	190
2	4 menit	189	191
3	6 menit	189	193g

4.2 Pembahasan Pengujian Kekerasan Metode *Brinell*

Dari data dibawah pengujian dilakukan di tiga titik, dengan beban penekanan 1840 N dan waktu penekanan yaitu 15 detik. Dari titik tersebut ditemukan nilai rata-rata kekerasan adalah 211,67 HB, 211,67 HB, 218,33 HB, dan 222 HB.

Dalam melakukan suatu proses pengujian kekerasan dengan menggunakan metode *brinell* ini dibutuhkan langkah-langkah yang tepat agar pengujian berjalan sesuai standar. Berikut langkah-langkah pengujian metode *brinell*:

1. Periksa kondisi mesin uji kekerasan, pastikan mesin berfungsi dengan baik.

Temperature pengujian ruangan rentan 10C – 35C

2. Periksa benda uji dan pasangudukan benda uji yang sesuai dengan bentuk benda uji tersebut, pastikan permukaan benda uji telah bersih dan rata, bebas dari karat, karena permukaan benda uji harus dapat memberikan pengukuran diameter indentasi yang akurat.
3. Tebal benda uji minimal dikaitkan dengan diameter kedalaman indentasi dan diameter indenter, disini penulis menggunakan indenter yang sesuai dengan benda uji yaitu baja st-41 ukuran 20 mm.
4. Pembebanan diatur sesuai standar yang digunakan melalui pengaturan beban dengan menggunakan kunci L dan 1840 N (HB-30) untuk logam ferro.
5. Tempatkan benda uji demikian sehingga permukaan uji posisi tegak lurus dengan pembebanan.
6. Atur *handle* yang ada dibawah dudukan benda uji sehingga jarum kecil menunjukan angka 3 dan jarum besar menunjukan angka 0 pada skala warna hitam.
7. Kemudian ditemukan diameter indenter (D) = 20 mm dan beban yang digunakan (F) = 1840N
8. Berikan beban awal dengan menarik *handle* yang ada dibagian atas ke depan.
9. Berikan beban utama dengan menarik kembali *handle* kebelakan ke posisi semula. Waktu dari beban awal hingga beban utama minimal 2 detik dan maksimal 8 detik. Pembebanan ditahan selama 10-15 detik.
10. Bebaskan pembebanan dengan menggunakan *handle* pengaturan beban awal sampai indenter terbebas dari benda uji.

11. Jarak antara titik pusat bekas penetrator sampai sisi benda uji adalah $2d$, sedangkan jarak antara dua titik pusat bekas penetrator adalah $2,5d$.
12. Pengujian selesai, lepas indentor dan dudukan benda uji.
13. Ukur diameter indentasi atau jejak (d) hasil pembebanan pada 2 arah yang tegak lurus pada benda uji. Dengan bantuan mikroskop. Hitung-hitung dari keempat nilai d tersebut. Nilai (d) = 1,04mm, 1,03 mm, 1,02 mm, dan 1,01 mm.
14. Hitung nilai kekerasan *brinell* (HB) dengan rumus yang ada.

$$HB = 0.102 \times \frac{2f}{\pi \cdot D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

15. Hasil uji kekerasan metode *brinell* sebagai berikut:

1. Pengujian metode *brinell* dengan hasil 210 HB.

$$HB = 0.102 \times \frac{2f}{\pi \cdot D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

$$= 0.102 \times \frac{2 \cdot 1840}{3,14 \cdot 2,5 (2,5 - \sqrt{2,5^2 - 1,04^2})}$$

$$= 0.102 \times \frac{3680}{7,85 (2,5 - \sqrt{6,25 - 1,08})}$$

$$= 0.102 \times \frac{3680}{7,85 (2,5 - \sqrt{5,17})}$$

$$= 0.102 \times \frac{3680}{7,85 (2,5 - 2,27)}$$

$$= 0.102 \times \frac{3680}{7,85 \cdot (0,23)}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{1,80}$$

$$= 0.102 . 2044,44$$

$$= 210 \text{ HB}$$

Jadi nilai kekerasan dengan titik 210 adalah 210 HB

2. Pengujian metode *brinell* dengan hasil 215 HB.

$$HB = 0.102 X \frac{2f}{\pi . D (D - \sqrt{(D^2 - d^2)})}$$

$$= 0.102 X \frac{2 . 1840}{3,14.2,5 (2,5 - \sqrt{(2,5^2 - 1,03^2)})}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{7,85 (2,5 - \sqrt{(6,25 - 1,06)})}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{7,85 (2,5 - \sqrt{5,19})}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{7,85 (2,5 - 2,28)}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{7,85 . (0,22)}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{1,72}$$

$$= 0.102 . 2139,53$$

$$= 215 \text{ HB}$$

Jadi nilai kekerasan dengan titik 215 adalah 215 HB

3. Pengujian metode *brinell* dengan hasil 220 HB.

$$HB = 0.102 X \frac{2f}{\pi . D (D - \sqrt{(D^2 - d^2)})}$$

$$= 0.102 X \frac{2 . 1840}{3,14.2,5 (2,5 - \sqrt{(2,5^2 - 1,02^2)})}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{7,85 (2,5 - \sqrt{(6,25 - 1,04)})}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{7,85 (2,5 - \sqrt{5,21})}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{7,85 (2,5 - 2,29)}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{7,85 \cdot (0,21)}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{1,64}$$

$$= 0.102 \cdot 2243,90$$

$$= 220 \text{ HB}$$

Jadi nilai kekerasan dengan titik 220 adalah 220 HB.

4. Pengujian metode *brinell* dengan hasil 226 HB.

$$HB = 0.102 X \frac{2f}{\pi \cdot D (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

$$= 0.102 X \frac{2 \cdot 1840}{3,14 \cdot 2,5 (2,5 - \sqrt{(2,5^2 - 1,01^2)})}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{7,85 (2,5 - \sqrt{(6,25 - 1,02)})}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{7,85 (2,5 - \sqrt{5,23})}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{7,85 (2,5 - 2,29)}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{7,85 \cdot (0,21)}$$

$$= 0.102 X \frac{3680}{1,64}$$

$$= 0.102 \cdot 2243,90$$

$$= 226 \text{ HB}$$

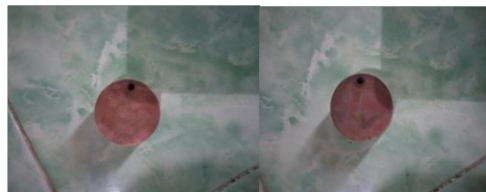
Jadi nilai kekerasan dengan titik 226 adalah 226 HB

4.2.1 Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dalam ini dilakukan menggunakan alat uji mesin hardness test affri 206 RT dengan jumlah spesimen 4 dan menggunakan metode pengujian kekerasan *brinell* dengan bahan baja st-41. Pengujian ini sesuai standar JIS Z 2234 : 2008.



Gambar 4.33 Hasil Pengujian *brinell raw material* dan 2 menit



Gambar 4.34 Hasil Pengujian *brinell* 4 menit dan 6 menit

Tabel 4. 2 Hasil uji kekerasan *brinell raw material*

No	Kode sampel uji	Parameter uji	Hasil uji		Satuan	keterangan
			Daerah uji	Nilai kekerasan		
1	29.1	Kekerasan <i>brinell</i>	Titik 1	210	HB	<ul style="list-style-type: none"> - Beban penekanan $F = 1840 \text{ N}$ - Waktu penekanan 15 detik - Indentor $\phi 2,5 \text{ mm}$
			Titik 2	210		
			Titik 3	215		
			Rata-rata	211,67		

Tabel 4. 3 Hasil uji kekerasan *brinell* dengan waktu 2 menit.

No	Kode sampel uji	Parameter uji	Hasil uji		Satuan	keterangan
			Daerah uji	Nilai kekerasan		
1	29.2	Kekerasan <i>brinell</i>	Titik 1	215	HB	<ul style="list-style-type: none"> - Beban penekanan F = 1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor ϕ 2,5 mm
			Titik 2	215		
			Titik 3	220		
			Rata-rata	216,67		

Tabel 4. 4 Hasil uji kekerasan *brinell* dengan waktu 4 menit.

No	Kode sampel uji	Parameter uji	Hasil uji		Satuan	keterangan
			Daerah uji	Nilai kekerasan		
1	29.3	Kekerasan <i>brinell</i>	Titik 1	215	HB	<ul style="list-style-type: none"> - Beban penekanan F = 1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor ϕ 2,5 mm
			Titik 2	220		
			Titik 3	220		
			Rata-rata	218,33		

Tabel 4. 5 Hasil uji kekerasan *brinell* dengan waktu 6 menit.

No	Kode sampel uji	Parameter uji	Hasil uji		Satuan	keterangan
			Daerah uji	Nilai kekerasan		
1	29.4	Kekerasan <i>brinell</i>	Titik 1	226	HB	<ul style="list-style-type: none"> - Beban penekanan F = 1840 N - Waktu penekanan 15 detik - Indentor ϕ 2,5 mm
			Titik 2	220		
			Titik 3	220		
			Rata-rata	222		

Dari data diatas bawah pengujian dilakukan di tiga titik, dengan beban penekanan 1840 N dan waktu penekanan yaitu 15 detik. Dari tidak titik tersebut ditemukan nilai rata-rata kekerasan adalah 211,67 HB, 211,67 HB, 218,33 HB, dan 222 HB.

4.3 Pembahasan Pengujian komposisi Cu

Dalam melakukan suatu proses pengujian komposisi dengan menggunakan alat spektrometer dibutuhkan langkah-langkah yang sangat tepat agar saat proses pengujian berjalan dengan sesuai standart. Berikut langkah-langkah pengujian komposisi

- 1) Periksa kondisi mesin uji komposisi, pastikan mesin berfungsi dengan baik.
- 2) Periksa benda kerja pastikan permukaan uji telah rata dan halus agar permukaan benda kerja tidak ada ruang udara pada saat proses pengujian
- 3) Bersihkan benda kerja dengan etanol agar permukaan bersih dari kotoran atau debu.
- 4) Lalu bersihkan celah tempat pengujian komposisi menggunakan kuas kawat dan mengelap permukaan alat uji biar tidak ada debu atau serpihan benda kecil lainnya.
- 5) Selanjutnya lakukan proses pengujian komposisi dengan alat uji spektrometer dan menunggu hasil nilai komposisi keluar di monitor lalu diprin.

4.3.1 Hasil uji komposisi Cu

Pengujian komposisi dalam ini dilakukan menggunakan alat uji mesin spectrometer Dengan jumlah spesimen 4 dan menggunakan metode pengujian komposisi dengan bahan baja ST-41.

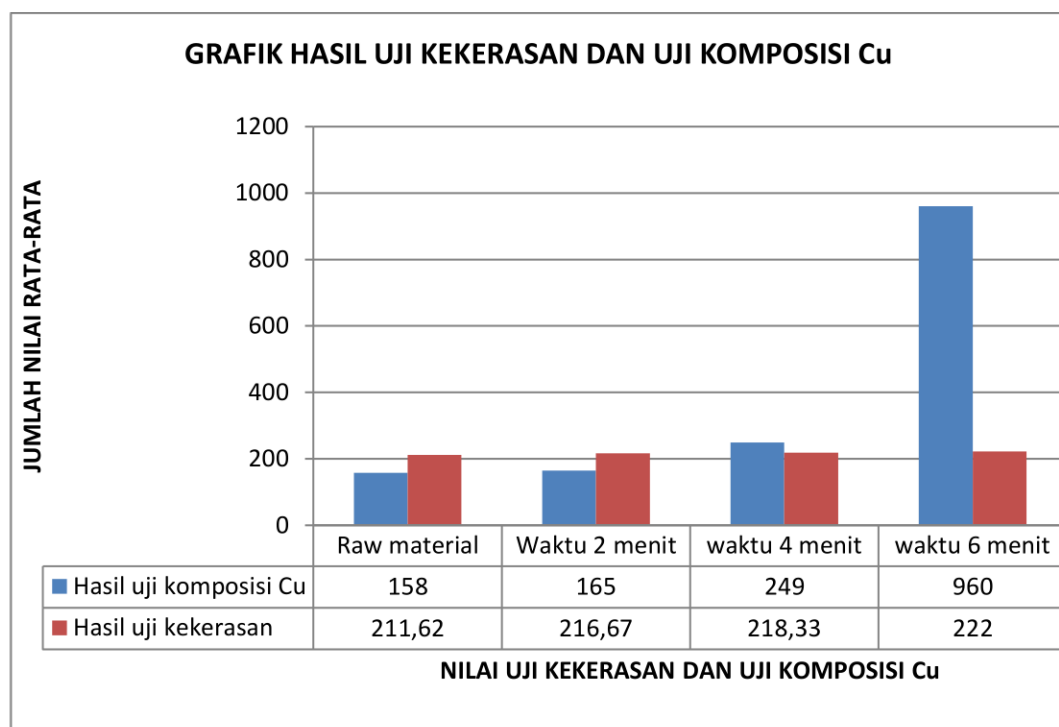


Gambar 4. 35 Hasil pengujian komposisi

Tabel 4. 6 Hasil uji komposisi baja ST-41

Unsur	Kandungan (%)				STD
	<i>Raw material</i>	Waktu 2 menit	Waktu 4 menit	Waktu 6 menit	
Fe	Balance	Balance	Balance	Balance	Balance
C	0,264	0,300	0,299	0,300	-
Si	0,174	0,178	0,174	0,259	-
Mn	0,539	0,521	0,510	0,527	-
P	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	-
S	0,023	0,020	0,016	0,022	-
Cr	0,205	0,182	0,181	0,193	-
Ni	0,090	0,063	0,062	0,075	-
Mo	0,010	0,010	0,010	0,034	-
Cu	0,158	0,165	0,249	0,960	-
Al	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	-
V	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	-
W	0,030	0,030	0,030	0,145	-
Co	0,0089	0,0072	0,0065	0,016	-
Nb	0,0050	0,0050	0,0050	0,0050	-
Ti	0,0030	0,0030	0,0030	0,0030	-
Mg	-	-	-	-	-

Menurut tabel diatas menunjukan *raw material* dapat disimpulkan bahwa uji komposisi kimia menunjukan nilai Cu (Tembaga) dari spesimen uji sebesar 0,158%, nilai hasil uji komposisi kimia uji sebesar 0,165 % mengalami peningkatan dengan waktu 2 menit, dari spesimen uji sebesar 0,249 % mengalami peningkatan dengan waktu 4 menit, dan spesimen uji sebesar 0,960 % mengalami peningkatan setelah proses *Electroplating* dari spesimen baja ST-41.



Gambar 4. 36 Grafik hasil uji komposisi dan uji kekerasan

Dari grafik diatas menunjukan hasil dari pengujian kekerasan dan hasil pengujian komposisi Cu pada pelapisan tembaga dengan menggunakan alat hardness tester dan alat spectrometer. Pengujian kekerasan dan komposisi ini dilakukan sebelum proses *Electroplating* dan sesudah *Electroplating* dengan waktu 2 menit, 4 menit, dan 6 menit dengan tegangan 4 volt yang diperoleh nilai

hasil rata-rata komposisi Cu (Temabaga) pengujian 0,158 %, 0,165 %, 0,249 %, dan 0,960 %. Kemudian hasil uji kekerasan *brinell* menunjukan nilai rata-rata pengujian 211,67 HB, 216,67 HB, 218,33 HB, dan 222 HB. Dari hasil kedua pengujian tersebut maka, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar tembaga maka semakin banyak fasa yang terbentuk , sehingga kekerasan dan kekuatan panduan akan meningkat.selain itu, dapat juga meningkatkan sifat ketahanan korosi dan sifat ketahanan aus (Anderson Haryadi dkk, n.d.).

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan pengujian waktu pelapisan terhadap kekerasan lapisan dan uji komposisi dengan proses *Electroplating* tembaga pada baja ST-41 dengan *raw material* dan variasi waktu 2 menit, 4 menit, dan 6 menit dengan tegangan tetap 4 volt dapat disimpulkan sebagai berikut ini:

1. Hasil dari pengujian kekerasan metode *brinell* pada *raw material* sebelum proses *Electroplating* dengan hasil uji kekerasan nilai rata-rata 211,67 HB dan sesudah *Electroplating* dengan waktu 2 menit tegangan 4 volt, dengan hasil uji kekerasan nilai rata-rata 216,67 HB pada waktu 4 menit tegangan 4 volt, dengan hasil uji kekerasan nilai rata-rata 218,33 HB menunjukan tinggi dari *raw material* dan waktu 2 menit tegangan 4 volt, dan dengan waktu 6 menit tegangan 4 volt, memperlihatkan bahwa semakin lama proses *Electroplating* semakin nilai kekerasan nilai rata-rata 222 HB meningkat dengan menggunakan spesimen baja ST-41.
2. Hasil dari pengujian komposisi pada *raw material* sebelum proses *Electroplating* dengan hasil uji komposisi 0,158 % dan sesudah *Electroplating* dengan waktu 2 menit tegangan 4 volt, dengan hasil uji komposisi Cu (Tembaga) 0,165 % pada waktu 4 menit tegangan 4 volt, dengan hasil uji komposisi Cu 0,249 % menunjukan tinggi dari *raw material* dan waktu 2 menit tegangan 4 volt, dan dengan waktu 6 menit tegangan 4 volt, memperlihatkan bahwa semakin lama proses *Electroplating* semakin

nilai komposisi Cu 0,960 % meningkat dengan menggunakan spesimen baja ST-41.

5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pastikan alat-alat dan bahan sudah dipersiapkan dengan lengkap.
2. Penelitian berikutnya bisa disarankan menggunakan variasi suhu dan variasi tegangan sehingga dapat mengetahui hasil yang lebih banyak.
3. Pada saat pengujian *brinell*, pada benda kerja yang akan diuji permukannya harus rata karena agar pada saat sedang pengujian benda kerja tidak goyang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdilah, Faridz. 2019. "Pengaruh Tegangan Terhadap Kekerasan Lapisan Dengan Electroplating Seng Pada Plat Baja St-37."
- Alian, Ir.Helmy, MT. 2021. "PENGARUH TEGANGAN PADA PROSES ELEKTROPLATING BAJA LAJU KOROSINYA Ir . Helmy Alian , MT Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya MIV-245 MIV-246." *Jurnal* 7 (2): 13–15.
- Anderson, Willy, Haris Rudianto, and Deni Haryadi. 2019. "PENGARUH KOMPOSISI CU TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STUKTUR MIKRO DARI PENGECORAN AL-SI." *Jurnal* 23 (2): 146–54.
- Andriawan, and A.endah Palupi. 2019. "STRUKTUR MIKRO , KETEBALAN DAN KEKERASAN LAPISAN NIKEL BAJA St41 Andriawan Aisyah Endah Palupi Abstrak." *Jurnal* 5 (3): 125–34.
- Ansari, Irman, Budhi Indrawijaya, Faevi Nurohmawati, Iis Zakaria, Studiteknik Kimiauniversitas, and Acid Zinc. 2020. "PENGARUH WAKTU DAN LUAS PERMUKAAN TERHADAP KETEBALAN PRODUK PADA ELEKTROPLATING." *Jurnal* 1 (1): 1–7.
- Briyartendra, widi widayat. 2021. "Pengaruh Wana Pelapisan Dan Ketebalan Pada Proses Zinc Electroplating." *Jurnal* 4 (2): 2–7.
- Budiman, Sutrisno Wibisono, and Sudarno. 2022. "Analisa Pengaruh Variasi Waktu Penahanan Panas Dengan Proses Normalizing Pada Baja ST 41." *Jurnal* 7 (September): 26–31.
- Budiyanto, Eko, Deva Agus Setiawan, Harnowo Supriadi, and Kms Ridhuan. 2020. "PENGARUH JARAK ANODA-KATODA PADA PROSES ELEKTROPLATING TEMBAGA TERHADAP KETEBALAN." *Jurnal* 5 (1): 21–29.
- Cahyono, Handaru Bowo, Rieke Yulastuti, and Baristand Industri Surabaya. 2020. "Pemanfaatan Limbah Cair Industri Pcb Sebagai Larutan Elektrolit Copper Plating Utilization of Pcb Wastewater Industrial as Copper Plating Elektrolite." *Jurnal* 14 (1): 27–36.
- DALID, YUSTIKA DESMA. 2019. "PENGOLAHAN AIR UMPAN PADA PRODUKSI AQUADEST DENGAN PROSES MIKROFIL TRASI (PENGARUH VARIASI LAJU RERHADAP KUALITAS AQUADEST)." *Laporan Tugas Akhir* 7 (2): 1–4.
- FERENZA, OKTOVALEN. 2021. "BAJA ST37 MENGGUNAKAN LAS SHIELD METAL ARC WELDING (SMAW) DENGAN POSISI PENGELASAN 3F." *Laporan Tugas Akhir* 4 (2): 1–50.
- Hermayantiningsih, Dwi. 2023. "Studi Penggunaan Beda Potensial Pada Elektrodeposisi Ion Tembaga (II)." *Jurnal* 01 (02): 81–86.
- Kayadoe, Victor, and Yuli T Filindity. 2020. "OPTIMUM ELEKTROPLATING MENGGUNAKAN LOGAM." *Jurnal* 2 (1): 44–54.
- Manta, Faisal, Hadhimas Dwi Haryono, and Reihanda Fikri Wirayudha. 2022. "Pengaruh Tingkat Kecepatan Putaran Spindel Bubut Terhadap Keausan Pahat Dan Kekasaran Permukaan Pada Baja ST41." *Jurnal* 10 (2): 109–16.
- Napitupulu, Richard A M, Jupiter Daely, Rikky Manurung, and Charles S P Manurung. 2022. "Pengaruh Waktu Electroplating Chrom Pada Baja Karbon

- Rendah Terhadap Kekerasan , Laju Korosi Dan Tebal Lapisan.” *Jurnal 1* (V): 76–85.
- Permadi, Billy, and Eko Budiyo. 2019. “Proses Elektroplating Nikel Dengan Variasi Jarak Anoda Katoda Dan Tegangan Listrik Pada Baja ST-41.” *Jurnal 8* (2): 226–30.
- Prabowo, A.eldo, H.rarindo, S.hadi, A. Sujatmiko, and A. Hardjito. 2021. “PENGARUH TEGANGAN DAN WAKTU ELEKTROPLATING TEMBAGA DAN NIKEL TERHADAP LAJU KOROSI PADA BAJA KARBON RENDAH.” *Jurnal 15* (2): 14–20.
- Purgiyanto. 2021. “PENGARUH KROM 50 C TERHADAP KARAKTERISTIK.” *Jurnal 3* (1): 26–33.
- Rahman Hakim, Arif. 2021. “Pengaruh Tegangan Listrik Dan Waktu Pelapisan Terhadap Berat Dan Ketebalan Pelapisan Chrom Pada Pelat Baja Carbon Rendah.” *Jurnal 4* (2): 330–34.
- Rawati, Widya Yeni, and Sri Widarti. 2022. “Pengaruh Dari Konsentrasi Elektrolit Tembaga Asetat-Asam Asetat Dan Temperatur Terhadap Efisiensi Arus Pada Elektrodeposisi Baja Karbon Rendah Dengan Tembaga [Effect of Electrolyte Concentration of Copper Acetic-Acetic Acid and Temperature on Current Eff.” *Jurnal 8* (3): 222–29.
- Saputra, Muhamad Alan, Agus Makhrojan, Agus Supriyadi, Politeknik Harapan, Bersama Tegal, Pengaruh Variasi, Waktu Pelapisan, Electroplanting Seng, and A Pendahuluan. 2019. “PENGARUH VARIASI WAKTU PELAPISAN ELEKTROPLATING.” *Jurnal 6* (4): 1–5.
- Saputra, Sartono dwi, and Masugino. 2022. “Pengaruh Tegangan Listrik (Volt) Electroplating.” *Jurnal 3* (2): 115–24.
- Stiadi, Yeni, and Attribution License. 2019. “INHIBISI KOROSI BAJA RINGAN MENGGUNAKAN BAHAN ALAMI DALAM MEDIUM ASAM KLOORIDA: REVIEW Yeni Stiadi * , Syukri Arief, Hermansyah Aziz, Mai Efdi, Emriadi Jurusan Kimia FMIPA Universitas Andalas.” *Jurnal 5* (2): 51–65.
- Subangga, B. Tri, E. Sutikno, and A. Arseno. 2019. “Pengaruh Variasi Anoda Dan Waktu Pelapisan Elektroplating Terhadap Laju Keausan Grinding Ball.” *Jurnal 6* (2): 1–9.
- Sungkowo, Aming, Rosyid Ridlo, Al Hakim, Slamet Riyadi, Yanuar Zulfardiansyah Arief, Arief Jaenul, Teknik Elektro, and Universitas Global Jakarta. 2021. “STUDI PERBANDINGAN UJI MATERIAL ALUMINIUM MURNI (Al) DAN PELAPISAN ALUMINIUM MURNI DENGAN PERAK (Ag) MENGGUNAKAN METODA ELEKTROPLATING MATERIAL TEST COMPARISON STUDY OF PURE ALUMINUM (Al) AND PURE ALUMINUM COATING WITH SILVER (Ag) USING.” *Jurnal 7* (2): 1–6.
- Susetyo, F. budhi, S.titik Dwiwati, and M.teguh Pangestu. 2019. “KEHILANGAN MASSA PADA LARUTAN HCL DAN NACL BAJA KARBON RENDAH HASIL ELEKTROPLATING TEMBAGA-NIKEL 1.” *Jurnal 4* (1): 15–20.
- Tanjung, Iqbal, Arya Rudi Nasution, Syarizal Fonna, and Syifaul Huzni. 2020. “Investigasi Laju Korosi Atmosferik Baja Karbon Rendah Profil Segiempat

- Di Kawasan Industri Medan.” *Jurnal* 6 (1): 1–4.
- Tegar, Muhammad, and Edi Sutoyo. 2019. “Analisis Kegagalan Spring Washer Material Sk-5 Lapisan Electroplating Zinc.” *Jurnal* 5 (2): 53.
<https://doi.org/10.32832/ame.v5i2.2471>.
- Urfie, Ferdansyah, and Arya Mahendra Sakti. 2019. “PENGARUH VARIASI TEGANGAN DAN KUAT ARUS TERHADAP KERAPATAN LAPISAN NIKEL PADA PROSES PELAPISAN BAJA PUNTIR ST41 Ferdansyah Urfie Arya Mahendra Sakti Abstrak.” *Jurnal* 7 (1): 87–94.
- Viyus, Vinan, Khambali, and Bambang Hertomo. 2020. “PREDIKSI NILAI BATAS ELASTISITAS BAJA KONTRUKSI DENGAN UJI KEKERASAN BRINELL DAN VICKERS.” *Jurnal* 09 (2): 46–51.
- Waskito, y. fahmy satriadi, and A. mahendra Sakti. 2019. “PENGARUH VARIASI WAKTU CELUP DAN TEGANGAN TERHADAP BEBAN PUNTIR DAN STRUKTUR MIKRO BAJA ST41 PADA PROSES PELAPISAN NIKEL Yoga Fahmy Satriadi Waskito.” *Jurnal* 7 (2): 31–36.

DAFTAR LAMPIRAN

1. Gambar Mesin gergaji logam



2. Proses pengeboran benda kerja



3. Proses pengamplasan benda kerja



4. Proses *Electroplating*





PENGAJUAN KESEDIAAN PEMBIMBING DAN JUDUL TUGAS AKHIR

Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

No	NIDN/NUPN	Nama (lengkap dengan gelar)	Keterangan
1	0616079002	Faqih Fatkhurrozak, M.T	Pembimbing I
2	0630069202	Firman Lukman Sanjaya, M.T	Pembimbing II

Menyatakan **BERSEDIA** membimbing Tugas Akhir mahasiswa berikut :

NAMA	: Nur Soma
NIM	: 20020079
Produk Tugas Akhir	: <i>Trainer</i> Pelapisan Elektroplating
Judul Tugas Akhir	: Pengaruh waktu pelapisan dengan electroplating tembaga pada baja ST-41 terhadap kekerasan lapisan dan uji komposisi

Sesuai dengan waktu yang telah disepakati, Tugas Akhir dilaksanakan mulai bulan Maret tahun 2023 sampai dengan pelaksanaan Sidang Tugas Akhir bulan Juni tahun 2023

Tegal, 1 Maret 2023

Pembimbing I

(Faqih Fatkhurrozak, M.T)

Pembimbing II

(Firman Lukman Sanjaya, M.T)

LEMBAR PEMBIMBINGAN TUGAS AKHIR



















NAMA : NUR SOMER
NIM : 20020079
Produk Tugas Akhir : Trainer ElectroPlating
Judul Tugas Akhir : Pengaruh waktu Pelapisan dengan Electro
Plating Tembaga pada Plat baja ST-41
terhadap kekerasan lapisan dan uyiko
mposisi

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK MESIN
POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA

2023

Rekap Pembimbingan Penyusunan Laporan Tugas Akhir

PEMBIMBING I			Nama : Faqih Fathurrozaq MT	
			NIDN/NUPN : 0616079002	
No	Hari	Tanggal	Uraian	Tanda tangan
1	Senin	3-07-2023	Penentuan judul	
2	Kamis	6-07-2023	Bab I - latar belakang	
3	Senin	10-07-2023	Bab I - latar belakang : SPOK	
4	Jumat	14-07-2023	Bab II - landasan teori	
5	Selasa	18-07-2023	Bab III - Penjelasan Metode Penelitian	
6	Jumat	21-07-2023	Bab IV - Proses ElectroPlating	
7	Rabu	26-07-2023	Bab V - Kesimpulan	
8	Senin	31/07/2023	ACC	
9				
10				

Rekap Pembimbingan Penyusunan Laporan Tugas Akhir				
PEMBIMBING II			Nama	: Firman Lukman Sanjaya, MT
			NIDN/NUPN	: 0630069202
No	Hari	Tanggal	Uraian	Tanda tangan
1	Senin	20-07-2023	Penentuan judul TA	
2	Jumat	21-07-2023	Bab I Spk - Latar belakang	
3	Senin	24-07-2023	Bab II Landasan teori dan pendukung Jurnal	
4	Selasa	25-07-2023	Bab III Metode harus jelas - cara uji dll	
5	Rabu	26-07-2023	Bab IV - Hasil dipaparkan dengan detail	
6	Kamis	27-07-2023	Bab IV - Pembahasan dijelaskan dengan Alasan	
7	Jumat	28-07-2023	Bab V - Kesimpulan jawaban dari pertanyaan	
8	Senin	31/07/2023	- Aot Laporan	
9				
10				