

**KAJI EKSPERIMENTAL PELAPISAN KROM MENGGUNAKAN
METODE ELEKTROPLATING
(Studi Kasus Baja ST 40)**

SKRIPSI

*Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Program Strata Satu
Pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin Jurusan Teknik
Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



OLEH :

BAYU

1203092 / 2012

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

2021

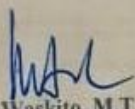
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI
KAJI EKSPERIMENTAL PELAPISAN KROM MENGGUNAKAN
METODE ELEKTROPLATING
(Studi Kasus Baja ST 40)

Oleh :

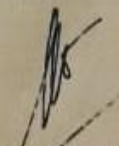
Nama : Bayu
NIM/BP : 1203092 / 2012
Program Studi : S1 Pend. Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2021

Disetujui Oleh :
Pembimbing


Dr. Waskito, M.T.
NIP. 19610808 198602 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik-UNP


Drs. Purwantono, M.Pd.
NIP. 19630804 198603 1 002

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Skripsi di Depan Tim Penguji
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Judul :

KAJI EKSPERIMENTAL PELAPISAN KROM MENGGUNAKAN METODE ELEKTROPLATING (Studi Kasus Baja ST 40)

Oleh :

Nama : Bayu
NIM/BP : 1203092 / 2012
Program Studi : S1 Pend. Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2021

Tim Penguji :

Nama

Tanda Tangan

1. Ketua : Dr. Waskito, M.T.

1.



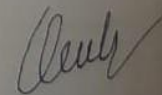
2. Anggota : Drs. Jasman, M. Kes.

2.



3. Anggota : Dr. Ir. Mulianti, M.T.

3.



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Bayu

NIM/TM : 1203092 / 2012

Jurusan : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul :

Kaji Eksperimental Pelapisan Krom Menggunakan Metode Elektroplating (Studi Kasus Baja ST 40)

Merupakan benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, Februari 2021
Yang menyatakan



Bayu

ABSTRAK

BAYU : Kaji Eksperimental Pelapisan Krom Menggunakan Metode Elektroplating (Studi Kasus Baja ST 40)

Perkembangan teknologi rekayasa pelapisan listrik (*electroplating*) telah banyak memberikan kontribusi yang cukup signifikan dalam laju pertumbuhan industri. Sehingga industri skala besar maupun industri skala kecil menjadikan proses *electroplating* sebagai proses yang harus dilakukan pada tahap akhir proses pengerjaan logam agar mendapatkan hasil yang lebih menarik dan ditujukan untuk menjadikan benda mempunyai permukaan lebih keras dan mengkilap sebagai perlindungan terhadap karat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuktikan pengaruh variasi waktu dalam proses *electroplating* terhadap ketebalan dan penambahan massa pada baja karbon rendah dengan pelapisan krom keras (*hard chrom*). Metode yang dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut adalah melakukan uji eksperimen terhadap material baja karbon rendah ST40. Pada penelitian ini material dibentuk dengan ukuran 50 x 45 x 11 mm, dan dilakukan proses pembersihan untuk selanjutnya melalui proses *electroplating* dengan variasi waktu pelapisan 10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit, dan 60 menit. Dari penelitian didapatkan hasil ketebalan 13.7 μm , 18 μm , 21.3 μm , 22 μm , dan 27.1 μm . Selisih berat spesimen sebelum dengan sesudah pelapisan didapatkan 0.06, 0.09, 0.11, 0.12, dan 0.15 gram. Dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu yang diberikan pada proses *electroplating* maka semakin tebal hasil pelapisan yang didapatkan, serta semakin banyak massa yang mengendap pada permukaan spesimen.

Kata Kunci: Eksperimental, Baja Karbon Rendah, Waktu, Ketebalan, Elektroplating.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum wr, wb

Alunan Syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT dan shalawat beserta salam untuk Nabi Muhammad SAW yang telah melimpahkan karunia dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Skripsi berjudul “Kaji Eksperimental Pelapisan Krom Menggunakan Metode Elektroplating (Studi Kasus Baja ST 40)”. Proposal Skripsi ini adalah karya yang merupakan salah satu proses dan tahapan untuk menyelesaikan jenjang Sarjana di jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Padang.

Di dalam penulisan Proposal Skripsi ini banyak terdapat kontribusi dari berbagai pihak secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Waskito, M. T Selaku Pembimbing yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan dengan sabar dan ikhlas serta pengarahan kepada saya dalam proposal penelitian ini.
2. Bapak Drs. Jasman, M.kes. selaku dosen penguji
3. Ibu Dr. Ir. Mulianti M.T. selaku dosen penguji.
4. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Hendri Nurdin, M.T. Si. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

6. Bapak Drs. Jasman, M.kes. selaku dosen Pembimbing Akademik
7. Seluruh dosen, staf dan teknisi Jurusan Teknik Mesin.
8. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang selalu mendoakan dan selalu memberikan dukungan kepada penulis baik berupa moril maupun materil.
9. Teman-teman seperjuangan yang telah meluangkan waktu dan tenaganya serta saran dan kritikan dalam penyusunan proposal penelitian ini.
10. Semua pihak yang turut membantu baik moril maupun materil yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga bantuan yang telah diberikan menjadi bermanfaat dan diterima serta dibalas oleh Tuhan yang Maha Esa, Amin. Dalam penyusunan proposal penelitian ini, peneliti menyadari bahwa masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu peneliti mengharapkan saran dan kritikan yang membangun dari pembaca untuk menyempurnakan skripsi ini.

Padang, Januari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
 BAB II KAJIAN TEORI	
A. Elektroplating.....	7
B. Krom	18
C. Ketebalan	26
D. Elektrokimia.....	27
E. Baja	28

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian	36
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	37
C. Metode Pelaksanaan.....	38
D. Prosedur Penelitian	38
E. Flow Chart	42
F. Jenis dan Sumber Data.....	44
G. Jadwal dan Tempat Penelitian	44
H. Teknik Pengumpulan Data	45

BAB IV DATA DAN ANALISIS

A. Analisis Data	46
B. Analisis Grafik	54
C. Analisis Cacat Pelapisan	55

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	59
B. Saran	60

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Ciri-ciri Logam Krom	19
Tabel 2. Ketebalan Spesimen Sebelum Proses Elektroplating.....	46
Tabel 3. Berat Spesimen sebelum Proses Elektroplating.....	47
Table 4. Ketebalan Spesimen Setelah Proses Elektroplating.....	47
Tabel 5. Selisih Ketebalan Spesimen Sebelum dan Sesudah Proses Elektroplating	48
Tabel 6. Berat Spesimen Sebelum Dan Sesudah Proses Elektroplating	48

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Rangkaian Katoda, Anoda, dan Larutan Elektrolit	10
Gambar 2. Bagian Spesimen yang Akan Diukur	46
Gambar 3. Tampak Kekilapan Permukaan Spesimen	56
Gambar 4. Permukaan Spesimen yang Bergaris-Garis	58
Gambar 5. Specimen yang Terbakar	58

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Halaman Konsultasi Seminar Proposal

Lampiran 2. Halaman Konsultasi Ujian Skripsi

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan dan kemajuan ilmu pengetahuan serta teknologi pada industri pelapisan logam telah menjadi bidang pekerjaan yang mengalami kemajuan yang sangat pesat mulai dari jenis pelapisan, bahan pelapis yang digunakan, hingga hasil lapisannya. Tersedianya material logam yang mempunyai keunggulan sangat diperlukan untuk menjadi bahan dasar dari komponen pelapisan logam. Kebutuhan industri pelapisan logam tidak hanya menuntut ketahanan terhadap korosi, namun juga kekuatan dari material, memiliki penampilan yang indah, serta memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Beberapa macam pelapisan dapat digunakan untuk mencegah atau memperlambat tingkat kerusakan serta meningkatkan kekuatan mekanis logam tersebut, salah satunya yaitu dengan cara pelapisan *electroplating*.

Dewasa ini perkembangan teknologi rekayasa pelapisan listrik (*electroplating*) telah banyak memberikan kontribusi yang cukup signifikan dalam laju pertumbuhan industri skala besar hingga industri skala kecil. *Elektroplatng* atau bisa disebut dengan lapis lintrik adalah suatu proses pengendapan logam pada permukaan suatu logam atau non logam (benda kerja) secara elektrolisis.

Elektroplating berkembang sangat pesat dengan menjelma menjadi industri kecil dan menengah di berbagai negara berkembang, sehingga

perlahan-lahan proses pelapisan listrik ini menjadi kebutuhan di bidang perindustrian dan menjadi pilihan utama dari berbagai metode pelapisan yang lain dikarenakan prosesnya mudah dan biaya relatif terjangkau, juga bahan-bahan yang digunakan mudah didapat. Disamping itu khususnya di kota Padang proses *electroplating* belum banyak dikenal oleh khalayak umum, hanya sebagian kecil bahkan hanya komunitas-komunitas tertentu saja walaupun sudah banyak industri kecil yang memulai merintis industri ini.

Dalam teknologi pengerjaan logam, proses *electroplating* dikategorikan sebagai proses pengerjaan akhir (*metal finishing*). Kehidupan masyarakat modern tidak bisa terlepas dari benda-benda yang dibuat dengan proses *electroplating* seperti komponen aksesoris kendaraan bermotor, aksesoris mebel, berbagai alat perkantoran, alat-alat pertanian, jam tangan, aksesoris rumah tangga dan berbagai alat-alat industri lainnya.

Elektroplating ditujukan untuk berbagai keperluan mulai dari perlindungan terhadap karat seperti pada pelapisan seng pada baja yang digunakan untuk berbagai keperluan bahan bangunan dan konstruksi. Pelapisan krom umumnya ditujukan untuk menjadikan benda mempunyai permukaan lebih keras dan mengkilap selain juga sebagai perlindungan terhadap korosi.

Penulis juga mengumpulkan informasi-informasi tentang *electroplating* dari berbagai sumber, dikarenakan *electroplating* bukan hanya mencakup lingkup keilmuan dari jurusan Teknik mesin. Pelapisan dengan

metode *electroplating* juga mencakup beberapa ilmu dasar seperti kimia dan elektro. Berangkat dari fenomena di atas maka penulis mencoba untuk melakukan eksperimen tentang proses *electroplating* dengan variable lama waktu proses electroplating, dimana variable ini merupakan salah satu variable yang bisa divariasikan dan juga variable yang cukup berpengaruh terhadap hasil dari proses *electroplating*.

Dengan landasan diatas penulis tertarik untuk meakukan penelitian sebagai tugas akhir tentang **“KAJI EKSPERIMENTAL PELAPISAN KROM MENGGUNAKAN METODE ELEKTROPLATING (Studi Kasus Baja ST 40)”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka penulis mengidentifikasi masalah sbagai berikut :

1. Banyaknya pemakaian logam pada berbagai kondisi lingkungan tertentu menyebabkan menurunnya mutu logam tersebut akibat berubahnya karakteristik maupun kondisi fisiknya akibat terserang korosi.
2. Beberapa pelaku usaha *electroplating* tidak terlalu memperhatikan indicator-indikator pelapisan saat melaksanakan proses pengerjaannya, sehingga tidak mencapai hasil pelapisan yang mengkilap seperti yang diharapkan pelanggan.

C. Batasan Masalah

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai masalah yang dikaji dalam penelitian ini, maka perlu kiranya diberikan Batasan masalah sebagai berikut :

1. Material yang digunakan adalah baja karbon rendah (ST 40) berupa alat sebagai katoda, dan timah hitam (*Pb*) sebagai anoda.
2. Tegangan yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah 4 Volt.
3. Variasi waktu yang di gunakan pada penelitian ini adalah 10 menit, 20 menit, 30 menit, 40 menit, dan 60 menit.
4. Eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini adalah pelapisan krom keras.
5. Penelitian ini mengkaji tentang seberapa besar pengaruh lama waktu pencelupan terhadap ketebalan, berat sertatingkat kekilapan permukaan lapisan.
6. Menganalisis cacat-cacat hasil pelapisan krom.

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah :

1. Apakah lama waktu pada proses *electroplating chrome* berpengaruh terhadap hasil lapisan pada baja karbon rendah ST 40 ?
2. Bagaimana penngaruh waktu pelapisan terhadap ketebalan baja karbon ST 40?

3. Bagaimana pengaruh waktu pelapisan terhadap massa baja karbon ST 40?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui seberapa besar pengaruh lama waktu proses pelapisan terhadap ketebalan lapisan krom keras.
2. Mengetahui seberapa besar pengaruh lama waktu pencelupan terhadap penambahan massa dari lapisan krom keras.
3. Mengetahui efisiensi ketebalan hasil proses electroplating dengan variasi waktu tersebut.

F. Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa
 - a. Secara khusus memberikan gambaran kepada mahasiswa tentang variable waktu yang mempengaruhi hasil pelapisan pada proses *electroplating* dengan menggunakan material baja karbon rendah ST 40.
 - b. Secara umum sebagai penambah wawasan mahasiswa mengenal proses pelapisan material dalam hal ini *electroplating*.
2. Bagi Akademik
 - a. Sebagai referensi untuk perkembangan dan penelitian selanjutnya mengenai *electroplating*.
 - b. Merupakan Pustaka tambahan untuk menunjang proses perkuliahan.

3. Bagi Industri

- a. Menjadi bahan pertimbangan untuk diperhatikan dalam proses produksi, sehingga bisa memperoleh hasil pelapisan yang lebih baik.
- b. Sebagai bahan informasi untuk mengetahui variabel-variabel yang berpengaruh pada pelapisan krom.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Elektroplating

Pelapisan secara listrik *elektroplating* merupakan suatu proses pengendapan zat (ion-ion logam) pada suatu logam dasar (katode) melalui proses elektrolisa. Terjadi proses pengendapan pada katoda disebabkan oleh adanya pemindahan ion-ion bermuatan listrik dari anoda dengan perantara larutan elektrolit, yang terjadi secara terus menerus pada tegangan konstan hingga akhirnya mengendap dan menempel kuat membentuk lapisan permukaan benda logam.

Proses *electroplating* melindungi logam dasar dengan menggunakan logam-logam tertentu sebagai pelapis dan pelindung, misalnya nikel, krom, tembaga, seng dan sebagainya.

Pelapisan secara listrik *elektroplating* elektrodeposisi pelapis (*coating*) logam melekat pada elektroda untuk menjaga substrat dengan memberikan permukaan dengan sifat dan dimensi berbeda dari pada logam basisnya tersebut. (Anton J. H dan Tomijiro K 1995 : 25), sedangkan pengertian elektroplating yang lain adalah suatu proses pengendapan zat atau ion-ion logam pada elektroda katoda (negatif) dengan cara elektrolisis (Saleh, A. Azhar, 2014 : 4).

Dalam teknologi pengerjaan logam, proses electroplating termasuk kedalam proses pengerjaan akhir (metal finisging). Adapun fungsi dan tujuan dari pelapisan logam adalah sebagai berikut :

1. Memperbaiki tampak rupa (dekoratif), misalnya : pelapisan emas, perak, kuningan, dan tembaga.
2. Melindungi logam dari korosi, yaitu :
 - a. Melindungi logam dasar dengan logam yang lebih mulia, misalnya : pelapisan platina, emas, dan baja
 - b. Melindungi logam dasar dengan logam yang kurang mulia, misalnya : pelapisan seng pada baja.
3. Meningkatkan ketahanan produk terhadap gesekan (abrasi), misalnya : pelapisan chromium keras.
4. Memperbaiki kehalusan / bentuk permukaan dan toleransi logam dasar, misalnya : pelapisan nikel, chromium, dan sebagainya.
5. Electroforming, yaitu membentuk benda kerja dengan cara endapan.

Pada dasarnya teknik elektroplating atau yang disebut pelapisan krom oleh masyarakat umum bertujuan untuk melapisi logam agar tahan terhadap karat dan juga untuk menambah nilai keindahannya. Lapis krom juga berguna sebagai penahan karat dan menambah keindahan dengan warna putih mengkilapnya. Setiap jenis logam memerlukan perlakuan yang berbeda dalam proses krom.

1. Prinsip Dasar Elektroplating

Bila arus listrik searah (DC) dialirkan antara kedua elektroda anoda dan katoda dalam larutan elektrolit dengan waktu pelapisan yang telah ditentukan, maka pada anoda terjadi oksidasi sehingga akan terbentuk ion – ion positif, pada larutan elektrolit terjadi elektrolisis garam – garam logam. Anoda yang telah mengalami oksidasi meluruh dan larut dalam larutan elektrolit. Anoda yang meluruh menggantikan ion logam dalam larutan elektrolit yang ditarik oleh elektroda negative (katoda). Dengan adanya hal tersebut, akan terbentuk endapan pada katoda yang berupa berat lapisan.

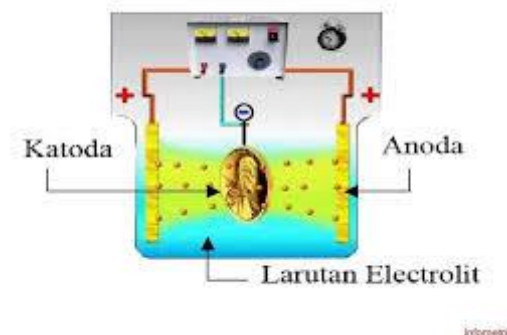
Prinsip kerja electroplating sama dengan proses elektrolisa yang merupakan suatu rangkaian yang terdiri dari rectifier (sumber arus searah), anoda, katoda (benda kerja), dan larutan elektrolit. (Saleh, A. Arsianto, 1995). Rangkaian disusun sedemikian rupa sehingga membentuk sebuah sistem lapis listrik sebagai berikut :

- a. .Anoda (pelapis) dihubungkan pada kutub positif sumber arus listrik.
- b. Katoda (benda kerja) dihubungkan pada kutub negatif sumber arus listrik.
- c. Anoda dan katoda dicelupkan kedalam bejana atau bak yang berisi larutan elektrolit. Bila arus listrik dialirkan, maka pada katoda akan terjadi endapan (pelapisan logam)

Prinsip dasar dari proses lapis listrik adalah berdasarkan pada Hukum Faraday yang menyatakan bahwa jumlah zat-zat yang terbentuk dan

terbebas pada elektroda selama elektrolisis sebanding dengan jumlah arus listrik yang mengalir dalam larutan elektrolit. Di samping itu jumlah zat yang dihasilkan oleh arus listrik yang sama selama elektrolisis adalah sebanding dengan berat ekivalen masing-masing zat tersebut. Dalam pelaksanaan proses pelapisan listrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain arus yang dibutuhkan untuk melapis (rapat arus), temperatur larutan, waktu pelapisan, dan konsentrasi larutan.

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



Gambar 1. Rangkaian katoda, anoda, dan larutan elektrolit
 Sumber: <https://emperor-nisem08.blogspot.com/2012/12/elektroplating>

Anoda dan katoda adalah elektroda dengan polaritas yang berlawanan. Untuk mengetahui perbedaan antara anoda dan katoda, pertama kita perlu memahami apa itu mereka. Anoda dan katoda adalah elektroda yang digunakan untuk menghantarkan arus listrik kedalam atau keluar dari perangkat yang menggunakan listrik. Elektroda adalah bahan konduktor yang memungkinkan arus dapat melewatinya. Hal ini bisa terbuat dari

logam seperti kuningan, tembaga, seng, nikel, dan lain-lain, tetapi beberapa elektroda yang terbuat dari non logam seperti karbon. Elektroda dilengkapi dengan rangkaian sehingga arus akan lewat melalui itu.

Beberapa reaksi kimia yang terjadi pada elektroda proses hard chromium plating:

a. Pada katoda:

- Deposisi chromium $(Cr_2O_7)^{2-} + 14H^+ + 12e^- \rightarrow 2Cr + 7H_2O$
- Evolusi hydrogen $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$
- Pembentukan Cr_{III} $(Cr_2O_7)^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$

b. Pada anoda

- Evolusi oksigen $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$
- Oksidasi ion khrome $2Cr^{3+} + 6H_2O \rightarrow 2CrO_3 + 12H^+ + 6e^-$
- Produksi lead dioxide anoda $Pb + 2H_2O \rightarrow PbO_2 + 4H^+ + 4e^-$

Elektroda dapat berupa anoda atau katoda. Elektroda dimana arus meninggalkan sel dan dimana oksida berlangsung disebut anoda. hal itu juga disebut elektroda positif. Di sisi lain, elektroda di mana arus memasuki sel dan reduksi terjadi disebut katoda atau disebut elektroda negatif, sbagian besar ini berlaku pada perangkat listrik tetapi dalam baterai listrik.

2. Proses Pelapisan dengan Metode Elektroplating

Proses pelapisan dengan menggunakan metode elektroplating dibagi menjadi tiga tahapan yaitu :

1) Proses pengerjaan persiapan (pre treatment)

Sebelum proses electroplating dilakukan, permukaan benda kerja yang akan dilapisi harus dalam kondisi benar-benar bersih, bebas dari bermacam-macam pengotor. Hal ini mutlak agar bisa didapat hasil lapisan dengan cara listrik yang baik.

Untuk mendapatkan kondisi tersebut perlu dilakukan pengerjaan pendahuluan dengan tujuan :

- Menghilangkan semua pengotor yang ada di permukaan benda kerja seperti pengotor organik, anorganik/oksida, dan lainnya
- Mendapatkan kondisi fisik permukaan yang lebih baik dan lebih efektif.

Adapun proses-proses yang dilakukan dalam tahapan ini meliputi :

a) Pembersihan secara mekanik

Pekerjaan ini bertujuan untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan goresan-goresan serta geram-geram yang masih melekat pada benda kerja. Biasanya untuk menghilangkan goresan-goresan dan geram-geram tersebut dilakukan dengan mesin gerinda atau roda yang berputar yang diberi abrasif, sedangkan untuk menghaluskan permukaan dilakukan dengan proses *buffing* maupun polishing, dalam berbagai tingkat kehalusan yang berbeda. Soda terbuat dari kain kanvas, katun

atau kulit, prinsipnya sama dengan proses gerinda, tetapi roda/*wheel* polesnya yang berbeda. Selain proses yang diatas kadang-kadang diperlukan proses lain misalnya

brushing, *brightening* dan sebagainya.

b) Pembersihan secara kimia

Pengerjaan pembersihan dengan cara kimia dilakukan dengan menggunakan larutan kimia, sehingga terjadi reaksi yang dapat memisahkan pengotor dari permukaan benda kerja. Pengerjaan ini meliputi pengerjaan pembersihan dengan larutan basa, emulsi pelarut organik, larutan asam, poles listrik (*electropolishing*) dan *brightening* untuk bahan dasar aluminium. Proses-proses yang dilakukan pada tahap ini meliputi :

- Pengerjaan pencucian lemak (*degreshing*)

Pengerjaan ini bertujuan untuk membersihkan benda kerja dari pengotor seperti lemak, minyak atau pengotor padat lainnya.

- Pengerjaan cuci asam (*pickling*)

Pengerjaan pembersihan ini bertujuan untuk membersihkan permukaan benda kerja dari oksida atau karat dan sejenisnya melalui perendaman. Larutan asam ini merupakan pencampuran dari air bersih dengan asam, berupa asam klorida (HCL), asam sulfat (H₂SO₄), asam florida (HF).

2) Proses lapis listrik

Setelah benda kerja benar-benar bebas dari kotoran, maka benda kerja tersebut sudah siap untuk dilapisi. Benda kerja yang belum siap dilapisi langsung sebaiknya direndam dalam air bilas, jangan keringkan di udara.

Dalam proses pelapisan, kondisi operasi perlu untuk diperhatikan, karena kondisi tersebut menentukan berhasil atau tidaknya proses pelapisan yang dihasilkan.

Adapun kondisi-kondisi yang perlu diperhatikan tersebut dalam proses lapis listrik ini antara lain :

a) Rapat arus (*Current density*)

Rapat arus merupakan bilangan yang menyatakan jumlah arus listrik yang mengalir perluas unit elektroda. Rapat arus yang diperhitungkan ialah rapat arus katoda, yaitu banyaknya arus listrik yang diperlukan untuk mendapatkan atom-atom logam pada tiap satuan luas benda yang akan dilapis.

Rapat arus dapat diatur, makin tinggi rapat arus maka semakin meningkat kecepatan pelapisan dan dapat memperkecil ukuran kristal. Tetapi apabila rapat arus terlalu tinggi akan mengakibatkan lapisan kasar, bersisik dan akan terbakar / hitam. Satuan rapat arus dinyatakan dalam A/dm^2 .

b) Tegangan (*Voltage*)

Prinsip dasar dari proses lapis listrik adalah berpedoman atau berdasarkan Hukum Faraday yang menyatakan ;

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

Hukum faraday sangat erat kaitannya dengan efisiensi arus terjadi pada pelapisan listrik. Efisiensi arus listrik adalah perbandingan berat endapan secara teoritis dan dinyatakan dalam persen (%)(hukum Ohm). Tegangan yang digunakan dalam proses lapis listrik atau electroplating yang dapat divariabelkan adalah 2 volt sampai dengan 10 volt sedang amperenya berbanding lurus kecil atau besar dengan tegangannya, maksudnya adalah bila luas permukaan benda kerja bervariasi, maka rapat aruslah yang menyesuaikan dengan besar-kecilnya *voltage*, bila dengan sistem bak asam kromat, efisiensi arus platingnya rendah, laju deposisi tetap besar karena tegangan yang digunakan pada posisi paling besar, pada temperature yang tinggi daya larut bertambah besar dan terjadi penguraian garam logam yang menjadikan konduktifitasnya tinggi serta menambah mobilitas ion logam, tetapi viskositas

menjadi berkurang, sehingga endapan ion logam pada katoda akan lebih cepat sirkulasinya (tomijiro, 1992).

c) Waktu

Waktu pelapisan sangat berpengaruh pada ketebalan lapisan yang diharapkan. Berdasarkan hasil penelitian, variasi waktu telah menghasilkan perbedaan ketebalan lapisan yang sangat signifikan. Semakin lama pencelupan maka ketebalan lapisan semakin bertambah.

d) Temperature (Suhu larutan)

Temperatur larutan dapat mempengaruhi hasil lapisan. Kenaikan temperatur larutan menyebabkan bertambahnya ukuran kristal. Pada temperatur yang tinggi daya larut bertambah besar dan menjadi penguraian garam logam yang menjadi tingginya konduktivitas serta menambah mobilitas ion logam, tetapi viskositas jadi berkurang sehingga endapan ion logam pada katoda akan lebih cepat sirkulasinya.

Peristiwa reduksi ini cenderung mengarah pada lapisan yang kasar, tetapi keuntungannya akan mengurangi terserapnya gas hydrogen dalam lapisan, menurunkan tegangan, dan mengurangi kerapuhan.

e) pH Larutan

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

Umumnya untuk larutan yang bersifat basa / alkali, derajat kesamaan pH nya berkisar antara 11 – 14, sedangkan untuk larutan asam pH nya berkisar 4,5 – 5,6. Untuk mengatur nilai pH sesuai dengan yang diinginkan, digunakan sodium atau potassium hidroksida dan atau asam sulfat untuk larutan yang bersifat asam.

3) Prose pengerjaan akhir (post treatment)

Benda kerja yang telah dilakukan proses pelapisan (*elektroplating*) biasanya dicuci dengan air dan kemudian dikeringkan, dan dari fungsi air perlu diketahui tentang kualitas air yang dibutuhkan sebagai contoh air ledeng dipakai untuk pembilasan dan pendinginan sedangkan air bebas mineral (*aquades*) khusus dipakai untuk pembuatan larutan, analisa dan untuk penambahan unsur kalsium dan magnesium karena mudah bereaksi dengan *copper cyanid*, *silver cyanid* dan *cadmium cyanid* (purwanto, 2005).

B. Krom

Kromium atau dikenal dengan logam Cr merupakan salah satu logam mineral yang keberadaannya terkandung dalam lapisan bumi. Kromium adalah elemen yang secara alamiah ditemukan dalam konsentrasi yang rendah di batuan, hewan, tanaman, tanah, debu vulkanik dan juga gas.

Logam Cr sering ditemukan dalam bentuk persenyawaan padat/mineral dengan unsur-unsur yang lain. Kromium ditemukan pertama kali oleh Vagueline pada tahun 1997. Kromium merupakan logam transisi yang mempunyai konfigurasi elektron $[Ar] 4s^1 3d^5$ (Manahan, 1992), kromium memiliki nomor atom 24 dan massa atom relatif 51,996 gram/mol, titik didih $2665^{\circ}C$, titik leleh $1875^{\circ}C$, dan jari-jari atom 128 pm (Sugiyarto, 2003). Kelimpahan kromium di kerak bumi 0,033% dengan beberapa isotop : ^{52}Cr (84%), ^{50}Cr (4,5%), ^{54}Cr (2,45%). Logam Cr berwarna abu-abu dan keras dengan berat jenis 7,19 g/mL serta panas laten penguapannya 1474 kal/kg (Vogel, 1985). Logam ini memiliki tingkat oksidasi +2 sampai +6, namun yang sering dijumpai adalah tingkat oksidasi +3 dan +6 (Manahan, 1992).

Kromium tidak larut dalam air dan asam nitrat, tetapi larut dalam asam sulfat encer dan asam klorida. Kromium juga tidak dapat bercampur dengan basa, halogen, peroksida, dan logam. Kromium harus dihindarkan dari panas api, percikan api dan sumber-sumber yang dapat menyebabkan kebakaran (Vogel, 1985).

Kromium banyak digunakan secara luas dalam penyepuhan, penyamakan kulit, pelapis kromat dan pelapis logam (Malkoc, 2007). Kromium mempunyai sifat tidak mudah teroksidasi oleh udara, karena itu banyak digunakan sebagai pelapis logam, pengisi stainless steel, lapisan perlindungan untuk mesin-mesin otomotif dan perlengkapan tertentu (Sax, 1987). Asamkromat di laboratorium digunakan sebagai oksidator, mencuci peralatan laboratorium, dan sebagai katalis. $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dalam jumlah banyak digunakan dalam penyamakan kulit (Ahmad, 1992). Cr dalam bidang pengobatan dapat digunakan sebagai radio isotop kromium (Palar, 1994). Asam kromat dalam bidang industry digunakan sebagai bahan untuk kaca berwarna, pembersih logam, bahan untuk tinta, dan cat.

Krom di alam diperoleh dari bijih kromit (FeCr_2O_4), krom juga mempunyai ciri-ciri seperti berikut :

Table 1. Ciri-Ciri Logam Krom

Fase	Solid
Massa jenis (sekitar suhu kamar)	7.15 g/ cm ³
Massa jenis cair pada titik lebur	6.3 g/ cm ³
Titik lebur	2180 <u>K</u> (1907 ° <u>C</u> , 3465 ° <u>F</u>)
<u>Titik didih</u>	2180 <u>K</u> (1907 ° <u>C</u> , 3465 ° <u>F</u>)
<u>Kalor peleburan</u>	21.0 kJ/mol
<u>Kalor penguapan</u>	339.5 kJ/mol
<u>Kapasitas kalor</u>	(25 °C) 23.35 J/(mol·K)

Larutan krom plating dipublikasikan pada tahun 1856 oleh Dr. Guther di Gottingen, Jerman bahwa larutan krom plating yang digunakannya mengandung asam kromat, yang mungkin mengandung sedikit endapan sulfat. Karena endapan sulfat yang tidak ikut dipublikasikan, maka penggunaan asam kromat banyak mengalami kegagalan sampai 40 tahun berikutnya. Pada tahun 1924, Profesor C. Fink dan asisten-asistennya menghasilkan percobaan yang menggunakan asam kromat sebagai larutan dasarnya, dicampur dengan sedikit ion sulfat atau fluorit kompleks yang berfungsi sebagai katalis. Larutan tersebut digunakan hingga saat ini.

1. Klasifikasi Pelapisan Krom

Ditinjau dari metode pelapisan krom dapat diklasifikasikan menjadi dua, yaitu proses pelapisan krom keras (*hard chrom*) dan pelapisan krom dekoratif (*decorative chrom*).

a. Pelapisan krom keras (*hard chrom*)

Proses pelapisan krom keras adalah proses pelapisan krom dimana krom diendapkan secara langsung pada logam dasar tanpa menggunakan lapisan dasar (*strike*). Pelapisan krom keras dilakukan karena memanfaatkan sifat-sifat krom dalam rangka mendapatkan keuntungan terutama terhadap sifat tahan panas, korosi, erosi.

Krom keras biasanya dilapiskan langsung ke permukaan benda kerja, tanpa ada pelapisan logam lain diantaranya. Pelapisan krom ini biasanya untuk industri atau komponen - komponenomotif banyak

digunakan karena memiliki kombinasi sifat - sifat yang unik dan jarang dimiliki oleh bahan lain.

Pelapisan krom keras merupakan rekayasa pelapisan pada logam dimana depositnya lebih tebal dan waktu pelapisan lebih lama serta dengan kecepatan pelapisan krom lebih cepat. Krom keras memiliki keunggulan sifat fisik dan mekanis diantaranya memiliki angka gesekan kecil, keras dan tahan terhadap kondisi (Hartomo, A.J. dan Kaneko, T., 1995). Dalam penerapannya banyak digunakan secara luas di banyak industri meliputi bidang farmasi, kimia, minyak dan gas, tekstil, percetakan, pertambangan, pengecoran, penerbangan dan otomotif.

Proses pelapisan krom keras yang sering disebut juga sebagai "industri Chromium plating" atau "engineering chromium plating" pada dasarnya sama dengan proses elektroplating yang lain, yaitu dilakukan dalam suatu rangkaian yang sekurang - kurangnya memiliki satu anoda, katoda, dan larutan elektrolit. Pada pelapian ini, chrome diendapkan pada logam dasar secara langsung tanpa pelapisan perantara dengan ketebalan 0,1-0,2 mm.

Manfaat dari hard chrome antara lain agar logam tersebut:

- Lebih tahan terhadap karat.
- Melapisi permukaan logam agar lebih keras.
- Dalam ketebalan tertentu, hard chrome tahan terhadap goresan.

- Agar permukaan logam lebih licin.
- Melindungi base material agar tahan terhadap suhu, cuaca, gesekan atau goresan.

b. Krom dekoratif (*decorative chrom*)

Pelapisan krom dekoratif yaitu pelapisan yang meniti beratkan pada segi tampak rupa yang menarik dan indah, dilihat dari segi dekoratifnya. Lapisan ini umumnya dikombinasikan dengan lapisan dasar (strike) tembaga, nikel, (double and tripel layer) kemudian krom.

Kombinasi pelapisan tersebut mempunyai fungsi dan tujuan sebagai berikut :

- Membuat lapisan lebih mengkilat
- Melindungi logam dasar dari korosi
- Membentuk permukaan yang rata
- Mempert inggi daya lekat (adhesivitas)

Pelapisan krom dekoratif (*Decoratif Chrome*) 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, sparepart kendaraan bermotor, alat-alat medis, dan lain-lain.

2. Mekanisme terbentuknya lapisan krom

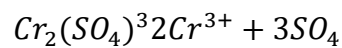
Mekanisme terbentuknya lapisan krom sama halnya seperti pada proses pelapisan listrik pada logam lain namun, proses pelapisan krom tidak menggunakan anoda chromium. Sumber logam krom didapat dari asam krom, tapi perdagangan yang tersedia adalah krom oksida (CrO_3) yang berbentuk serbuk, sehingga terdapatnya asam krom adalah pada waktu krom oksida bercampur dengan air.

Larutan untuk pelapisan kromium terutama terdiri dari asam kromat (CrO_3) ditambahkan sejumlah kecil anion dari senyawa sulfat atau fluorida kompleks, dimana senyawa utama didalam larutan adalah asam kromat (CrO_3) yang diencerkan dalam larutan kental H_2CrO_4 dan beberapa asam lain. Namun untuk dapat diendapkan dari air, di dalam larutan tersebut harus ada zat tambahan yang berfungsi sebagai katalis yang memungkinkan terjadinya pengendapan logam kromium pada katoda, zat tambahan tersebut umumnya adalah sulfat dan fluorida dalam bentuk fluosilikat atau silico fluorida (sif).

Perbandingan antara CrO_3 terhadap katalis yang umumnya sulfat memiliki arti penting bagi hasil yang didapatkan, oleh karena itu rasio antara CrO_3 terhadap sulfat harus dibuat optimal dalam rangka mendapatkan cakupan arus yang merata dan menyeluruh. Kedua larutan memiliki kelemahan dan kelebihan masing-masing dimana larutan encer lebih rendah biaya, efisiensi katoda lebih baik. Sedangkan untuk larutan yang pekat memerlukan tegangan arus yang lebih rendah, tidak sensitif terhadap

kontaminasi dan cakupan arus lebih baik. Adapun temperatur operasi keduanya antara 32°C hingga 50°C dengan rapat arus sebesar 1430 A/m², pada tegangan arus 4 sampai 12 V

Dalam proses elektroplating sumber ion krom valensi 3 berasal dari larutan elektrolit yang mengandung asam kromat . Mekanisme pengendapan Cr³⁺ terjadi pada katoda dalam membentuk lapisan menurut persamaan, sebagai berikut :



Larutan terionisasi sehingga membentuk ion positif (+) dan negatif (-). Sementara larutan asam dikromat merupakan oksidator kuat. Kebanyakan daya serap untuk mengeluarkan oksigen, sedangkan dua reaksi lain sangat penting oksidasi ulang Cr (III) pada anoda membantu menyeimbangkan produksinya pada katoda dan menjaga tingkat Cr³⁺.

Bagi operasi memadai bak plating kromnya, anoda timbel harus tertutup lapisan timbel dioksida. Apabila film tersebut hilang maka timbel kromat dan anodanya tidak menjalankan fungsi pengaturan konsentrasi Cr³⁺ di baknya.

3. Cacat-cacat Elektroplating krom

Hasil pelapisan dengan metode electroplating tidak selalu sempurna, ada banyak kekurangan-kekurangan yang akan didapati selama proses berlangsung, kekurangan-kekurangan inilah yang menimbulkan cacat pada hasil akhir pelapisan, seperti contohnya adanya *blister* (porositas tertutup berukuran besar) dan *peeling* (porositas tertutup berukuran kecil) akan

menurunkan adhesifitas. *Blister* dan *peeling* disebabkan oleh rapat arus yang terlampau tinggi, adanya *impurities* (pengotor), konsentrasi larutan elektrolit yang terlalu tinggi, perlakuan permukaan sebelum proses pelapisan, dan kondisi substrat (logam induk) itu sendiri. Dengan kenaikan rapat arus, kemungkinan terjadinya *blister* dan *peeling*, karena gas hidrogen yang dihasilkan disekitar katoda semakin banyak. Untuk mengurangi produksi gas hidrogen dapat dilakukan dengan menaikkan temperatur proses atau konsentrasi larutan elektrolit.

4. Kegunaan Krom di Industri

Kegunaannya antara lain :

- a. Pembuatan baja tahan karat
- b. Proses pelapisan logam untuk menghasilkan permukaan logam yang keras dan indah juga dapat mencegah korosi.
- c. Industry refaktori menggunakan kromit untuk membentuk batu bata.

5. Bahaya Krom

Adapun bahaya-bahaya yang dapat ditimbulkan krom akibat sifat-sifatnya karena penggunaan yang kurang hati-hati dan tidak sesuai aturan adalah sebagai berikut.

- a. Konsentrasi tinggi kromium dalam sel dapat mengakibatkan kerusakan DNA
- b. Penyakit kulit
- c. Gangguan pencernaan
- d. Gangguan paru atau pernapasan

e. Penyakit kanker otak

Namun logam krom relative tidak beracun.

C. Ketebalan

Ketebalan adalah salah satu persyaratan penting dari suatu lapisan hasil elektroplating. Oleh karena itu, dari sekian banyak jenis pengujian yang dilakukan terhadap hasil plating, pengukuran ketebalan adalah salah satu uji yang harus dilakukan.

Dalam merencanakan pengukuran ketebalan perlu diperhatikan kejelasan pengukuran ketebalan yang diinginkan, yaitu ketebalan rata-rata atau ketebalan pada lokasi atau titik tertentu yang sangat strategis. Diambil ketebalan rata-rata karena distribusi ketebalan yang serba sama di setiap titik pada suatu permukaan yang dilapisi jarang sekali bias dihasilkan dengan proses elektroplating.

Michael Faraday menemukan hubungan antara produk suatu endapan dari ion logam dengan jumlah arus untuk mengendapkannya, yang dapat diungkapkan sebagai berikut: “Jumlah bahan yang terdekomposisi saat berlangsung elektrolisa berbanding lurus dengan kuat arus dan waktu pengaliran dalam larutan elektrolit”. (Hukum Faraday)

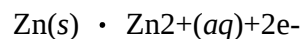
Ketebalan awal specimen berbeda dengan ketebalan setelah pelapisan, ini dikarenakan adanya logam pelapis yang melekat di permukaan logam dasar atau specimen yang tentunya selain menambah ketebalan akan berdampak pula dengan berat specimen. Untuk menentukan ketebalan dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Ketebalan lapisan} = \text{Tebal akhir} - \text{tebal awal}$$

D. Elektrokimia

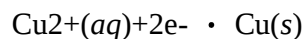
Elektrokimia mempelajari hubungan antara reaksi kimia dan aliran listrik, reaksi yang dimaksud adalah reaksi yang melibatkan adanya pelepasan dan penerimaan elektron atau yang dikenal dengan reaksi oksidasi-reduksi atau reaksi redoks. Reaksi oksidasi merupakan reaksi yang disertai dengan pelepasan elektron.

Contoh :



Reaksi reduksi merupakan reaksi yang disertai dengan penerimaan elektron.

Contoh :



Reaksi oksidasi selalu disertai dengan reaksi reduksi. Oleh karena itu reaksi ini sering disebut sebagai redoks. Sel elektrokimia merupakan suatu alat yang terdiri dari sepasang elektroda yang dicelupkan ke dalam suatu larutan atau lelehan ionis dan dihubungkan dengan konduktor logam pada rangkaian luar. Sel elektrokimia dapat berupa sel galvanis maupun sel elektrolisis.

Sel elektrolisis adalah sel elektrokimia yang menimbulkan terjadinya reaksi redoks yang tidak spontan dengan adanya energi listrik luar. Contohnya adalah elektrolisis lelehan NaCl dengan electrode platina. Contoh adalah pada

sel Daniel jika diterapkan beda potensial listrik dari luar yang besarnya melebihi potensial Daniell.

E. Baja

1. Pengertian Baja

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur pengeras. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (manganese), krom (chromium), vanadium, dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (hardness) dan kekuatan tariknya (tensile strength), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (brittle) serta menurunkan keuletannya (ductility).

Pengaruh utama dari kandungan karbon dalam baja adalah pada kekuatan, kekerasan, dan sifat mudah dibentuk. Kandungan karbon yang besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah dibentuk (Davis, 1982).

2. Klasifikasi Baja

Baja merupakan besi dengan kadar karbon kurang dari 2 %. Baja dapat dibentuk menjadi berbagai macam bentuk sesuai dengan keperluan. Secara garis besar ada 2 jenis baja, yaitu :

a. Baja Karbon

Baja karbon disebut juga plain karbon steel, mengandung terutama unsur karbon dan sedikit silicon, belerang dan pospor. Berdasarkan kandungan karbonnya, baja karbon dibagi menjadi :

- Baja karbon rendah ($< 0,2 \% C$)

Baja ini dengan komposisi karbon kurang dari 2%. Fasa dan struktur mikronya adalah ferrit dan perlit. Baja ini tidak bisa dikeraskan dengan cara perlakuan panas (martensit) hanya bisa dengan pengerjaan dingin. Sifat mekaniknya lunak, lemah dan memiliki keuletan dan ketangguhan yang baik. Serta mampu mesin (machinability) dan mampu las nya (weldability) baik cocok untuk bahan bangunan konstruksi gedung, jembatan, rantai, body mobil.

- Baja karbon sedang ($0,1\%-0,5 \% C$)

Baja karbon sedang memiliki komposisi karbon antara 0,2%-0,5% C (berat). Dapat dikeraskan dengan perlakuan panas dengan cara memanaskan hingga fasa austenit dan setelah ditahan beberapa saat didinginkan dengan cepat ke dalam air atau sering disebut quenching untuk memperoleh fasa ang keras yaitu martensit. Baja ini terdiri dari baja karbon sedang biasa (plain) dan baja mampu keras. Kandungan karbon yang relatif tinggi itu dapat meningkatkan kekerasannya. Namun tidak cocok untuk di las, dengan kata lain mampu las nya rendah.

Dengan penambahan unsur lain seperti Cr, Ni, dan Mo lebih meningkatkan mampu kerasnya. Baja ini lebih kuat dari baja karbon rendah dan cocok untuk komponen mesin, roda kereta api, roda gigi (gear), poros engkol (crankshaft) serta komponen struktur yang memerlukan kekuatan tinggi, ketahanan aus, dan tangguh.

- Baja karbon tinggi ($>0,5\%$ C)

Baja karbon tinggi memiliki komposisi antara 0,6-1,4% C (berat). Kekerasan dan kekuatannya sangat tinggi, namun keuletannya kurang. baja ini cocok untuk baja perkakas, dies(cetakan), pegas, kawat kekuatan tinggi dan alat potong yang dapat dikeraskan dan ditemper dengan baik. Baja ini terdiri dari baja karbon tinggi biasa dan baja perkakas. Khusus untuk baja perkakas biasanya mengandung Cr, V, W, dan Mo. Dalam pemuatannya unsur-unsur tersebut bersenyawa dengan karbon menjadi senyawa yang sangat keras sehingga ketahanan aus sangat baik.

Kadar karbon yang terdapat di dalam baja akan mempengaruhi kuat tarik, kekerasan dan keuletan baja. Semakin tinggi kadar karbonnya, maka kuat tarik dan kekerasan baja semakin meningkat tetapi keuletannya cenderung turun. Penggunaan baja di bidang teknik sipil pada umumnya berupa baja konstruksi atau baja profil, baja tulangan untuk beton dengan

kadar karbon 0,10% -0,50%. Selain itu baja karbon juga digunakan untuk baja/kawat pra tekan dengan kadar karbon s/d 0,90 %. Pada bidang teknik sipil sifat yang paling penting adalah kuat tarik dari baja itu sendiri.

b. Baja Paduan

- Baja Paduan Rendah

Bila jumlah unsur tambahan selain karbon lebih kecil dari 8% (menurut Degarmo 2005). Sumber lain, misalnya Smith dan Hashemi menyebutkan 4%, misalnya : suatu baja terdiri atas 1,35%C; 0,35%Si; 0,5%Mn; 0,03%P; 0,03%S; 0,75%Cr; 4,5%W (Dalam hal ini 6,06%<8%)

- Baja Paduan Tinggi

Bila jumlah unsur tambahan selain karbon lebih dari atau sama dengan 8% (atau 4% menurut Smith dan Hashemi), misalnya : baja HSS (High Speed Steel) atau SKH 53 (JIS) atau M3-1 (AISI) mempunyai kandungan unsur : 1,25%C; 4,5%Cr; 6,2%Mo; 6,7%W; 3,3%V.

Menurut (Amstead, 1993) secara umumnya, baja paduan memiliki sifat yang unggul daripada baja karbon biasa, diantaranya:

1. Keuletan yang tinggi tanpa pengurangan kekuatan tarik.
2. Tahan terhadap korosi dan keausan yang tergantung dari jenis paduannya.

3. Tahan terhadap perubahan suhu, ini berarti bahwa sifat fisiknya tidak banyak berubah.
4. Memiliki butiran halus dan homogen.

Pengaruh unsur-unsur paduan dalam baja adalah sebagai berikut:

1. Unsur karbon (C)

Karbon merupakan unsur terpenting yang dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan baja. Kandungan karbon di dalam baja sekitar 0,1%-1,7%, sedangkan unsur lainnya dibatasi sesuai dengan kegunaan baja. Unsur paduan yang bercampur di dalam lapisan baja adalah untuk membuat baja bereaksi terhadap pengerjaan panas dan menghasilkan sifat-sifat yang khusus. Karbon dalam baja dapat meningkatkan kekuatan dan kekerasan tetapi jika berlebihan akan menurunkan ketangguhan.

2. Unsur Mangan (Mn)

Semua baja mengandung mangan karena sangat dibutuhkan dalam proses pembuatan baja. Kandungan mangan kurang lebih 0,6% tidak mempengaruhi sifat baja, dengan kata lain mangan tidak memberikan pengaruh besar pada struktur baja dalam jumlah yang rendah. Penambahan unsur mangan dalam baja dapat menaikkan kuat tarik tanpa mengurangi atau

sedikit mengurangi regangan, sehingga baja dengan penambahan mangan memiliki sifat kuat dan ulet.

3. Unsur Silikon (Si)

Silikon merupakan unsur paduan yang ada pada setiap baja dengan kandungan lebih dari 0,4% yang mempunyai pengaruh untuk menaikkan tegangan tarik dan menurunkan laju pendinginan kritis. Silikon dalam baja dapat meningkatkan kekuatan, kekerasan, kekenyalan, ketahanan aus, dan ketahanan terhadap panas dan karat. Unsur silikon menyebabkan sementit tidak stabil, sehingga memisahkan dan membentuk grafit. Unsur silikon juga merupakan pembentuk ferit, tetapi bukan pembentuk karbida, silikon juga cenderung membentuk partikel oksida sehingga memperbanyak pengintian kristal dan mengurangi pertumbuhan akibatnya struktur butir semakin halus.

4. Unsur Nikel (Ni)

Nikel mempunyai pengaruh yang sama seperti mangan, yaitu memperbaiki kekuatan tarik dan menaikkan sifat ulet, tahan panas, jika pada baja paduan terdapat unsur nikel sekitar 25% maka baja dapat tahan terhadap korosi. Unsur nikel yang bertindak sebagai tahan karat (korosi) disebabkan nikel bertindak sebagai lapisan penghalang yang melindungi permukaan baja.

5. Unsur Kromium (Cr) Sifat unsur kromium dapat menurunkan laju pendinginan kritis (kromium sejumlah 1,5% cukup meningkatkan kekerasan dalam minyak). Penambahan kromium pada baja menghasilkan struktur yang lebih halus dan membuat sifat baja dikeraskan lebih baik karena kromium dan karbon dapat membentuk karbida. Kromium dapat menambah kekuatan tarik dan keplastisan serta berguna juga dalam membentuk lapisan pasif untuk melindungi baja dari korosi serta tahan terhadap suhu tinggi.

3. Baja St 40

Baja ST 40 termasuk baja karbon rendah dengan kandungan karbon kurang dari 0,3%. ST 40 ini menunjukkan bahwa baja ini dengan kekuatan tarik $\leq 40 \text{ kg / mm}^2$. (diawali dengan ST dan diikuti bilangan yang menunjukkan kekuatan tarik minimumnya dalam kg/mm^2).

Baja ST 40 ini secara teori mempunyai nilai kekerasan yang lebih rendah dibandingkan dengan besi cor, dengan adanya perlit dan ferit karena perlit yang ada lebih banyak dari pada ferit. Aplikasi baja ST 40 antara lain :

1. Digunakan untuk kawat, paku, wire mesh, peralatan automotif dan sebagai bahan baku welded fabrication (kisi –kisi jendela atau pintu dan jeruji)

2. Aplikasi khusus seperti untuk kawat elektroda berlapis untuk keperluan pengelasan.

Namun penggunaan baja juga ada mengalami kendala jika digunakan dalam waktu yang lama, yang disebabkan baja karbon memiliki sifat mudah mengalami korosi, karena penggunaan logam pada temperatur tinggi dibatasi oleh cara mereka berinteraksi dengan lingkungan disekelilingnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada grafik hasil uji ketebalan menunjukkan proses pelapisan baja ST 40 mengalami kenaikan pelapisan yang cukup besar dari menit 10 – 30, namun pada menit ke 30 – 40 menunjukkan angka kenaikan pelapisan yang kecil. Waktu perendaman merupakan salah satu faktor yang sangat perlu diperhatikan untuk mencapai hasil yang diperlukan. Variasi waktu 60 menit menunjukkan hasil lebih efektif dari variasi waktu yang lainnya. Dari data yang diperoleh bahwa semakin lama waktu proses elektroplating maka semakin tebal lapisan yang terjadi. Oleh karena semakin lama waktu yang diberikan maka akan memberi kesempatan kepada material pelapis mengendap pada katoda.
2. Berat specimen juga mengalami kenaikan sebanding dengan penambahan ketebalannya.
3. Cacat-cacat yang terjadi pada hasil pelapisan pada penelitian ini adalah cacat permukaan yang bergaris-garis, cacat permukaan berlobang dan cacat terbakar, dimana dari hasil analisa disimpulkan bahwa cacat terjadi lebih disebabkan oleh lamanya waktu proses perendaman serta besar tegangan yang diberikan tidak sesuai dengan besarnya dimensi specimen, juga diakibatkan proses pengerjaan awal yang kurang baik.

B. SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah penulis lakukan maka penuliskan mengajukan beberapa saran :

1. Dalam hal melakukan proses electroplating, sebaiknya lebih diperhatikan tahap awal dari proses electroplating yaitu tahan pembersihan dan pembentukan material uji specimen, karena cacat-cacat pada hasil proses pelapisan juga sangat dipengaruhi oleh tahap awal ini.
2. Sesuaikan arus, tegangan serta waktu yang diberikan terhadap material uji dalam proses pelapisan, karena besarnya dimensi benda yang akan dilapis juga akan mempengaruhi hasil dari pelapisan jika tidak sesuai dengan besarnya arus, tegangan serta waktu yang diberikan.