

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Ketebalan awal spesimen berbeda dengan ketebalan setelah pelapisan, ini dikarenakan adanya logam pelapis yang melekat di permukaan logam dasar atau spesimen yang tentunya selain menambah ketebalan akan berdampak pula dengan berat spesimen. Pengertian ketebalan menurut ilmu fisika adalah jarak tegak lurus antara dua bidang sejajar, adapun dalam penelitian ini, cara untuk menentukan ketebalan adalah dengan mencari selisih ketebalan akhir dan ketebalan awal spesimen yang mana spesimen ini diukur dengan mikrometer sekrup, metode ini adalah yang paling mudah dan hasil data yang didapatkan akurat dengan penggunaan mikrometer sekrup dengan NST 1 mikron (Ahmad, 2011).

Suarsana (2008) pengaruh waktu pelapisan nikel pada tembaga dalam pelapisan krom dekoratif terhadap tingkat kecerahan dan ketebalan lapisan. Menyimpulkan tentang pengaruh waktu terhadap ketebalan lapisan dan tingkat kecerahan pada pelapisan krom.

Koneko (1995) tentang mengenal pelapisan logam yang menerangkan tentang persiapan, aneka logam plating, serta pengaruh *variable* plating.

Menurut Raharjo. 2010. Tentang pengaruh variasi tegangan listrik dan waktu proses *electroplating* terhadap sifat mekanis dan struktur mikro baja karbon rendah dengan krom menyimpulkan tentang tebal lapisan *hard chrom* mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan tegangan listrik pada waktu pelapisan dengan metode elektroplating, semakin tinggi tegangan yang diberikan maka jumlah muatan yang mengalir dan menempel pada katoda akan semakin banyak dan menyebabkan lapisan yang dihasilkan semakin tebal. Lama waktu proses elektroplating berpengaruh terhadap ketebalan hasil pelapisan, semakin lama waktu proses *electroplating* maka semakin tebal lapisan yang terjadi. Oleh karena itu semakin lama waktu yang diberikan maka akan memberikan kesempatan kepada material pelapis mengendap pada katoda (Paridawati, 2013).

Semakin lama waktu pencelupan maka ketebalan lapisan meningkat karena semakin banyak ion plating yang menempel pada logam yang dilapisi (Niam dkk, 2017)

Menurut Santosa dan Syamsa (2007). Parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kualitas pelapisan nikel, adalah sebagai berikut:

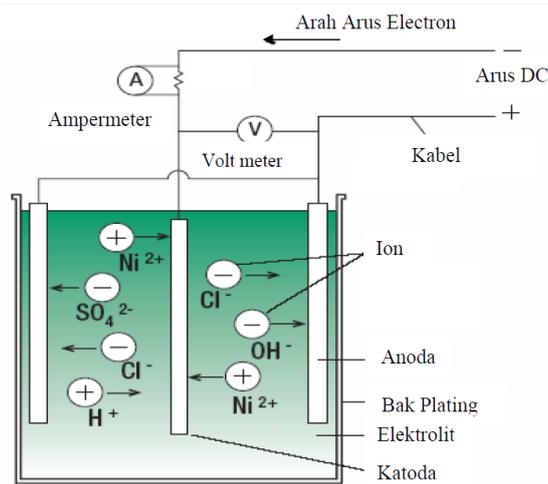
1. Konsentrasi Larutan
2. Rapat Arus
3. Temperatur dan Waktu Pelapisan

2.2. Deskripsi Teori

2.2.1. Dasar-dasar Elektroplating

Elektroplating atau lapis listrik merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam menggunakan arus listrik melalui suatu larutan elektrolit. Larutan yang digunakan harus sesuai dengan bahan yang digunakan untuk menyepuh yang dipasang sebagai anoda. Jika akan menyepuh benda dengan krom maka larutan elektrolitnya adalah asam kromat (H_2CrO_4) (Sutresna, 2008). Jika elektroplating perak, tentu perak sebagai anoda dan larutannya adalah perak nitrat. Pada elektroplating logam dasar seperti besi, tembaga, kuningan, seng, dan aluminium dilapisi oleh berbagai variasi logam yang kebanyakan adalah tembaga, nikel, kromium, seng dan cadmium juga beberapa logam mulia seperti perak, emas, rhodium, palladium, dan platinum. (Rahayu, 2009)

Electroplating (penyepuhan) adalah proses pelapisan logam dengan logam yang lebih tipis melalui prinsip bahwa logam yang akan disepuh diperlukan sebagai katoda, dan logam penyepuh diperlukan sebagai anoda, dalam penyepuhan kedua elektroda dimasukan kedalam elektrolit yaitu larutan yang mengandung ion logam penyepuh. *Electroplating* juga dapat didefinisikan sebagai pelapisan logam pada benda padat konduktif dengan bantuan arus listrik.



Gambar 2.1. Skema proses pelapisan elektroplating
(Paridawati, 2013)

2.2.2. Bahan Pelapis

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

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

2.2.3. Pelapisan

a. Pelapisan logam

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

pelapisan dengan cara penyemprotan partikel-partikel halus dari logam cair dengan disertai gas bertekanan tinggi dan panas pada logam yang akan dilapisi logam dasar. Pelapisan secara listrik merupakan proses pelapisan suatu logam atau logam secara elektrolisis melalui penggunaan arus listrik searah (*direct current*) dan larutan kimia (elektrolit). Pelapisan bertujuan membentuk permukaan dengan sifat atau dimensi yang berbeda dengan logam dasarnya, terjadinya endapan pada proses disebabkan adanya ion-ion bermuatan listrik melalui elektrolit yang lebih cepat, sehingga lebih banyak atom hidrogen yang masuk secara interstiti kedalam struktur endapan nikel dan kromium, hal ini akan menyebabkan terjadinya distorsi kisi dan tegangan dalam lapisan menjadi naik karena gerakan dislokasi terhambat (Rasyad dan Budi, 2018). Ion-ion pada elektrolit tersebut akan mengendap pada katoda. Endapan yang terjadi bersifat adhesif terhadap logam dasar, selama proses pengendapan berlangsung terjadi reaksi kimia pada elektroda dan elektrolit yaitu reaksi reduksi dan oksidasi yang diharapkan berlangsung secara terus menerus menuju arah yang tetap. Untuk itu diperlukan arus listrik searah dan tegangan yang konstan (Saleh, 1995).

Dalam pelaksanaan proses pelapisan listrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu arus yang dibutuhkan untuk melapis (rapat arus), temperatur larutan, waktu pelapisan dan konsentrasi larutan. *Plating* termasuk salah satu cara menanggulangi korosi pada logam dan juga berfungsi sebagai ketahanan bahan. Disamping itu plating juga memberikan nilai estetika pada logam yang dilapisi.

b. Pelapisan krom

Pelapisan krom adalah salah satu jenis proses elektroplating dengan menggunakan bahan kromium. Pelapisan dengan menggunakan bahan krom dapat dilakukan pada berbagai jenis logam seperti besi, baja, atau tembaga. Pelapisan krom juga dapat dilakukan pada plastik atau jenis benda lain yang bukan logam, dengan persyaratan bahwa benda tersebut harus dicat dengan cat yang mengandung logam sehingga dapat mengalirkan arus listrik. Pelapisan krom menggunakan bahan dasar asam kromat (H_2CrO_4) dan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai bahan pemicu arus, dengan perbandingan campuran yang tertentu. Perbandingan yang umum bisa 100:1 sampai 400:1. Jika perbandingannya menyimpang dari ketentuan biasanya akan menghasilkan lapisan yang tidak sesuai dengan yang diharapkan. Faktor lain yang dapat berpengaruh pada proses pelapisan krom ini adalah temperatur larutan dan besar arus listrik yang mengalir sewaktu melakukan pelapisan. Temperatur pelapisan bervariasi antara (35 s/d 60) °C dengan besar perbandingan besar arus (0,14 s/d 0,43)

A/cm² Bahan elektroda yang digunakan pada jenis pelapisan ini adalah krom (Cr) sebagai anoda (kutub positif) dan benda yang akan dilapis sebagai katoda (kutub negatif). Jarak antara elektroda tersebut antara (9 s/d 29) cm. Sumber listrik yang digunakan adalah arus searah dengan beda potensial berkisar antara 4 s/d 25 Volt.

2.2.4. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses elektroplating

a. Suhu

suhu sangat penting untuk menyeleksi cocoknya jalannya reaksi dan melindungi pelapisan. Keseimbangan suhu ditentukan oleh beberapa faktor seperti ketahanan, jarak anoda dan katoda, serta amper yang digunakan.

b. Kerapatan arus

Kerapatan arus yang baik adalah arus yang tinggi pada saat arus diperkirakan masuk, bagaimanapun nilai kerapatan arus mempengaruhi waktu *plating* untuk mencapai ketebalan yang diperlukan.

c. Konsentrasi ion

Merupakan faktor yang berpengaruh pada struktur deposit, dengan naiknya konsentrasi logam dapat menaikkan seluruh kegiatan anion yang membantu mobilitas ion.

d. Agitasi

Yaitu terdiri dari dua macam, yaitu jalannya katoda dan jalannya larutan. Agitasi yang besar mungkin akan merusak, dan agitasi seharusnya disalurkan dengan tujuan untuk menghindari bentuk/struktur, penampilan, dan ketebalan pelapisan yang tidak seragam.

e. *Throwing power*

Throwling power Yaitu kemampuan larutan penyalur menghasilkan lapisan dengan ketebalan merata dan sejalan dengan terus berubahnya jarak antara anoda dan permukaan komponen selama proses pelapisan.

f. Konduktivitas

Konduktivitas larutan tergantung pada konsentrasi ion yang besar atau jumlah konsentrasi molekul.

g. Nilai pH

Derajat keasaman (pH) merupakan faktor penting dalam mengontrol larutan elektroplating.

h. Pasivitas

Gejala ini sering ditemui pada logam yang mengalami korosi, dimana hasil korosi menjadi lapisan pasif. Bila hal ini terjadi pada anoda, maka ion-ion logam pelapis terus menurun, sehingga akan mengganggu proses.

i. Waktu pelapisan

Waktupelapisan sangat berpengaruh pada ketebalan lapisan yang diharapkan semakin lamapencelupan maka ketebalan lapisan semakin bertambah (Purwoko, 2016).

2.3. Elektrolisis

Elektrolisis merupakan suatu proses kimia yang menggunakan energi listrik, agar reaksi kimia yang terjadi secara *non* spontan dapat berlangsung. Proses ini berlawanan dengan reaksi redoks yang terjadi secara spontan, yang menghasilkan perubahan energi kimia menjadi energi listrik. Ada beberapa macam jenis penggunaan elektrolisis yang biasa digunakan, contohnya:

a. Elektrodeposisi

Elektrodeposisi merupakan teknik elektrolisis dengan carapengendapan logam dipermukaan elektroda. Teknik ini biasa digunakan untuk pembuatan bahan nanoteknologi, *electroplating*, pencegah korosi, perhiasan dan asesoris mobil.

b. Elektrosintesis

Merupakan sintesis senyawa organik dan anorganik dengan cara elektrolisis. Teknik ini dapat mengatasi beberapa kelemahan sintesis dengan cara biasa. Beberapa senyawa organik dapat disintesis dengan cara elektrosintesis antara lain asam asetat, adiponitril, tetra alkil plumbun dan tetra fluoro-p-x-xylen, sedangkan sintesis senyawa anorganik antara lain Ti, Al, Na, MnO₂ dan Cl₂.

c. Elektrodegradasi

Elektrodegradasi merupakan cara penguraian limbah organik dan anorganik dengan cara elektrolisis. Penguraian limbah dengan metode ini lebih efisien dan hemat energi. Hasil akhir dari penguraian limbah organik adalah air dan gas CO₂, sedangkan limbah anorganik seperti logam-logam akan terendapkan di katoda. Logam yang sudah terendapkan di katoda dapat dipisahkan dengan melarutkan

logam tersebut kedalam asam kuat, kemudian dipisahkan menjadi logam murni melalui pengendapan.

Pada proses elektrolisis ada beberapa komponen yang terdapat di dalamnya yaitu: katoda, anoda, larutan elektrolit, dan sumber daya (*power supply*).

a. Katoda

Katoda merupakan elektroda negatif dalam larutan elektrolit dimana pada katoda ini terjadi penempelan ion-ion yang tereduksi dari anoda. Katoda bertindak sebagai logam yang akan dilapisi atau produk yang bersifat menerima ion. Katoda dihubungkan ke kutub negatif dari arus listrik. Katoda harus bersifat konduktor supaya proses elektrolisis dapat berlangsung dan logam pelapis menempel pada katoda.

b. Anoda

Anoda merupakan elektroda yang mengalami reaksi oksidasi. elektroda ini adalah kebalikan dari katoda, dari rangkaian elektrolisis karena bertindak sebagai kutub positif. Anoda berupa logam penghantar listrik, pada sel elektrokimia anoda akan terpolarisasi jika arus listrik mengalir ke dalamnya. Arus listrik mengalir berlawanan dengan arah pergerakan elektron.

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

c. Larutan Elektrolit

Elektrolit merupakan suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ionnya. Ion-ion merupakan atom-atom bermuatan elektrik. Elektrolit dapat berupa senyawa garam, asam. Elektrolit kuat identik dengan asam, basa, dan garam.

Istilah-istilah elektrolit kuat dan elektrolit lemah diambil dari daya hantar listriknya.

Elektrolit kuat mempunyai daya hantar listrik kuat karena mengandung jumlah ion yang lebih besar/banyak bila dibandingkan dengan elektrolit lemah. Faktor

yang berpengaruh pada elektrolisis adalah konsentrasi elektrolit, sirkulasi elektrolit, rapat arus, tegangan, jarak anoda-katoda, rasio dan bentuk anoda-katoda, temperatur, daya tembus (*throwing power*), aditif, kontaminasi.

Larutan elektrolit dapat dibuat dari larutan asam, basa dan garam logam yang dapat membentuk muatan ion-ion negatif. Tiap jenis pelapisan, larutan elektrolitnya berbeda-beda tergantung pada sifat-sifat elektrolit yang diinginkan. Larutan elektrolit selalu mengandung garam dari logam yang akan dilapisi. Garam-garam tersebut sebaiknya dipilih yang mudah larut, tetapi anionnya tidak mudah tereduksi. Meskipun anion tidak ikut langsung dalam proses terbentuknya lapisan dalam proses terbentuknya lapisan, tetapi jika menempel pada permukaan katoda akan menimbulkan gangguan bagi terbentuknya mikrostruktur lapisan. Kemampuan dari ion logam ditentukan oleh konsentrasi dari garam logamnya, derajat disosiasi dan konsentrasi unsur-unsur lain yang ada dalam larutan.

2.4. Teori Dasar pH

pH atau derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat atau larutan. Ia didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoretis. Skala pH bukanlah skala absolut. Ia bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional (Antoni, 2017).

Derajat keasaman (PH) larutan PH adalah skala derajat keasaman dari suatu cairan. Skala PH mulai dari 0-14, dimana skala 7 merupakan PH netral (PH air murni). Apabila PH dibawah skala 7 maka disebut cairan asam, sedangkan PH diatas skala 7 adalah kondisi cairan yang basa. Ini penting dipahami dalam proses elektroplating. Sebab konsentrasi PH ini berkaitan erat dengan daya hantar atau konduktivitas listrik dari cairan elektrolit dan kelarutan dari anoda nikel. pH juga mempengaruhi durasi *leveling*, *brightness*, dan *ductility* hasil pelapisan nikel. Dalam proses nikel *plating*, skala PH semakin lama semakin naik seiring dengan pengoprasian dan pemakaian larutan. PH ideal larutan elektrolit dalam cairan nikel ini 4,5 – 4,9 sedangkan PH optimal 4,8. Umumnya indikator sederhana yang

digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah.

Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan PH meter yang berkerja berdasarkan prinsip elektrolit / konduktivitas suatu larutan. Sistem pengukuran PH mempunyai tiga bagian yaitu elektroda pengukuran PH, elektroda referensi dan alat pengukur impedansi tinggi. Istilah PH berdasarkan dari “p”, lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H”, lambang kimia dari unsur hidrogen.

Cara menurunkan PH larutan nikel :

- a. Masukkan asam sulfat pekat sebanyak 200ml kedalam bak cairan nikel.
- b. Lakukan pengadukan secara perlahan.
- c. Biarkan sekitar 15 menit untuk proses pencampuran
- d. Kemudian cek kadar PH dengan PH *paper*/PH meter.
- e. Apabila masih belum memasuki derajat *range* PH ideal maka lakukan proses tersebut kembali hingga PH turun.

Cara menaikkan PH larutan nikel :

- a. Larutkan 100gr soda api dengan aquades/air bersih 500ml.
- b. Tuangkan larutan ini secara perlahan, sambil diaduk dengan *blower* maupun pompa sirkulasi.
- c. Akan terbentuklah seperti bubur putih.
- d. Diamkan dan biarkan selama 1x24 jam
- e. Kemudian lakukan pengecekan dengan menggunakan PH *paper*.
- f. Ulangi cara tersebut apabila PH belum sesuai yang diinginkan.

2.5. Viskositas

Viskositas atau kekentalan merupakan gaya gesekan antara molekul-molekul yang menyusun suatu fluida, molekul-molekul yang membentuk suatu fluida saling gesek menggesek ketika fluida tersebut mengalir. Pada zat cair viskositas disebabkan karena adanya gaya kohesi (gaya tarik menarik antara molekul sejenis) sedangkan dalam zat gas viskositas disebabkan oleh tumbukan antar molekul. Viskositas juga dapat dikatakan sebagai gesekan internal yang terjadi pada fluida. Viskositas memberikan gaya perlawanan terhadap sebuah objek yang berada didalam fluida

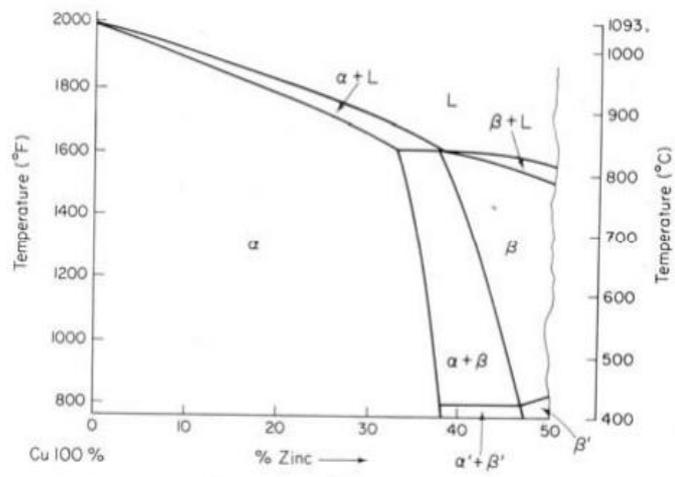
sehingga mengakibatkan interaksi antara objek dan fluida berupa gesekan. Dampak dari viskositas memiliki peran penting untuk perilaku fluida dalam sebuah ruang. Dampak viskositas berpengaruh dalam aliran darah didalam tubuh, pelumas dari bagian-bagian mesin, aliran fluida dalam pipa berongga dan lain-lain. Minyak pelumas mesin harus mengalir secara merata dalam kondisi mesin yang dingin maupun panas, karena itu pelumas dirancang memiliki variasi perubahan temperatur sekecil mungkin terhadap perubahan viskositas. Beberapa metode dapat digunakan dalam penentuan viskositas sebuah cairan. Metode yang paling umum digunakan dalam laboratorium adalah penentuan viskositas dengan metode bola jatuh. Jika sebuah benda berbentuk boladijatuhkan kedalam fluida kental, misalnya kelereng dijatuhkan dalam kolam renang yang airnya cukup dalam, nampak pada awalnya kelereng bergerak dipercepat. Namun, setelah beberapa saat setelah menempuh jarak tertentu kelereng bergerak dengan kecepatan konstan (bergerak lurus beraturan). Kadaan ini disebabkan karena adanya gaya gesekan yang disebabkan oleh kekentalan fluida (Anwar, 2008).

Karakteristik kuningan

Kuningan (paduan tembaga dengan seng) merupakan paduan antara tembaga dengan seng dengan kadar seng bervariasi antara 10% sampai 40%. Kekuatan, kekerasan dan keuletan paduan akan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar seng, bila kadar seng lebih dari 40% akan terjadi penurunan kekuatan dan sewaktu dilebur seng akan menguap.

Paduan seng sampai 39% memberikan hablur campuran lebih kenyal sehingga dalam keadaan dingin dapat dengan sempurna dirobah bentuknya dan tahan korosi tinggi. Paduan tembaga-seng atau kuningan dapat digunakan untuk alat penukar panas, suku cadang yang tahan korosi dan kuat serta memiliki keuletan.

Diagram Fasa Cu-Zn terdiri dari enam fasa yaitu α , β , δ , γ , ϵ , dan η . Dari semua fasa itu yang penting secara industri adalah logam kuningan dengan fasa α , dan β . fasa α mempunyai struktur FCC dan β mempunyai struktur BCC ada juga fasa β' dengan kisi super. Dari diagram fasa untuk paduan tembaga seng 70%-30 %, fasa α merupakan fasa lunak dan mudah dikerjakan, sedangkan paduan tembaga seng 60 – 40, adalah merupakan fasa $\alpha + \beta$ yang mempunyai kekuatan tinggi dan paduan ini mempunyai kekuatan tarik yang tinggi.



Gambar 2.2. Diagram Fasa CuZn (kuningan)
(Hardianto S, 2005)