

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1. Dasar Teori

2.1.1. Proses Electroplating

Proses *electroplating* adalah elektrodposisi pelapisan/coating logam melekat ke elektroda untuk menjaga substrat dengan memberikan permukaan dengan sifat dan dimensi berbeda daripada logam basisnya tersebut. (Anton and Tomijiro, 1995:25). Waraka (2002) menyebutkan bahwa proses pelapisan krom dengan menggunakan bantuan arus listrik ini memiliki tujuan untuk melindungi bahan yang akan dilapisi dan untuk memperbaiki kualitas dari benda tersebut. Jenis logam yang paling banyak digunakan sebagai bahan pelapis adalah *nikel*, tembaga, perak dan *krom*.

Proses *electroplating* dapat diartikan sebagai proses pelapisan logam dengan menggunakan bantuan arus listrik dan senyawa kimia, pelapisan logam dapat berupa lapis seng (zink), galvanis, perak, emas, brass, tembaga, nikel dan krom. Penggunaan lapisan tersebut dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kegunaan masing-masing material. Perbedaan dari pelapisan tersebut selain anoda yang digunakan adalah larutan elektrolisnya. Santoso (2007) berpendapat bahwa hasil dari pengaruh proses pencelupan ke dalam larutan elektrolit yang melapisi permukaan yang kasar menjadi permukaan yang halus. Semakin lama proses dan waktu pencelupan maka akan semakin rendah nilai dari hasil uji kekasarannya.

Doi and Mizumoto (2004) dalam penelitian yang baru belakangan ini mereka menemukan larutan baru yang dinamakan larutan *citrate* (kekerasan deposit mencapai 440 VHN). Sedangkan, pengertian *electroplating* adalah suatu proses pengerjaan permukaan material baik logam maupun bukan logam dan upaya meningkatkan sifat-sifat material tersebut (Saleh, 2014).

Sifat-sifat yang akan ditingkatkan adalah penggabungan sifat-sifat seperti berikut :

- a. Daya tahan terhadap korosi (*corrosion resistance*)
- b. Bentuk pada permukaan (*surface design*)
- c. Daya tahan gores / aus (*scratch resistance*)

- d. Harga / nilai (*value*)
- e. Kemampuan untuk menerima energi (*energy accept ability*)
- f. Daya kontak listrik (*power connection with electricity*)
- g. Dapat memantulkan cahaya (*reflect on the light*)
- h. Daya tahan terhadap temperatur tinggi (*resistance to high temperatures*)

Sebelum dilakukan pelapisan pada bahan dasar, permukaan logam harus disiapkan untuk menerima adanya lapisan. Persiapan ini bertujuan untuk meningkatkan daya ikat antara lapisan dengan bahan yang dilapisi. Permukaan yang ideal dari bahan dasar adalah permukaan yang seluruhnya mengandung atom bahan tersebut tanpa adanya bahan asing lainnya.

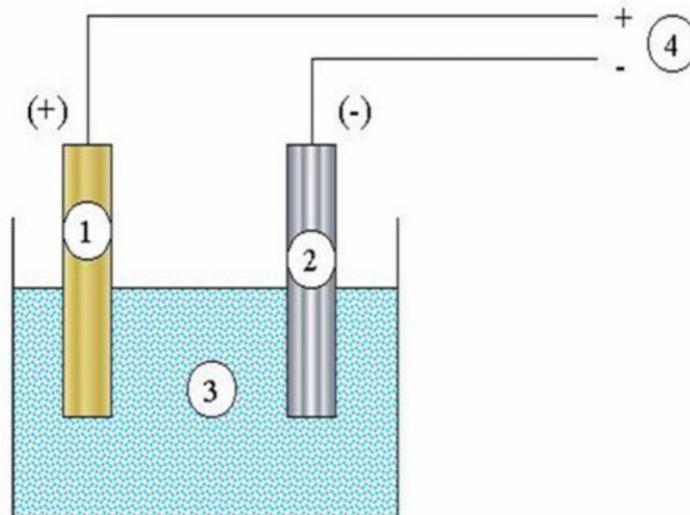
Proses ini meliputi abrasi mekanik yang dilakukan untuk jenis *inert* yang kasar dan besar, pencucian untuk menghilangkan lemak, minyak dan debu agar lebih bersih, dapat digunakan larutan organik dan larutan alkali untuk menghilangkan oksidanya. Secara prinsip proses *electroplating* mencakup empat hal, yaitu pembersihan, pembilasan, pelapisan dan proteksi setelah pelapisan. Keempat hal ini dapat dilakukan secara manual atau bisa juga menggunakan tingkat otomatisasi yang lebih tinggi lagi.

Prinsip kerja proses *electroplating* adalah suatu proses pengendapan zat (ion-ion logam) pada suatu logam dasar (katoda) 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 pada permukaan logam.

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

- a. Anoda dihubungkan dengan kutub positif dari sumber listrik.
- b. Katoda dihubungkan dengan kutub negatif dari sumber listrik.
- c. Anoda dan katoda direndamkan dalam larutan elektrolitnya.

Prinsip kerja pelapisan listrik dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.1. Skema pelapisan logam secara listrik (*Elektroplating*)
(Suarsana, 2008)

Keterangan :

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

Electroplating termasuk proses elektrolisis yang biasanya dilakukan dalam bejana sel elektrolisa dan berisi cairan elektrolit. Pada cairan tersebut paling sedikit tercelup dua elektroda. Di dalam proses elektrolisis ini terjadi reaksi oksidasi dan reduksi. Prinsip dasar dari pelapisan logam secara listrik ini adalah penempatan ion-ion logam yang ditambah elektron pada logam yang dilapisi, yang mana ion-ion logam tersebut didapat dari anoda dan elektrolit yang digunakan. Dengan adanya arus listrik yang mengalir dari sumber maka elektron dialirkan melalui elektrode positif (anoda) menuju elektroda negatif (katoda) dan dengan adanya ion-ion logam yang didapat dari elektrolit maka menghasilkan logam yang melapisi permukaan logam yang lain yang dilapisi.

Kaban (2010) beberapa penelitian mengenai pengaruh waktu pencelupan dan temperatur pada poses *electroplating*, beberapa substrat yang

telah dilakukan proses *electroplating* menggunakan waktu yang bervariasi dan dengan waktu yang konstan, didapatkan semakin besar temperatur maka massa lapisan *nickel* yang menempel pada substrat semakin banyak. Semakin lama waktu pencelupan maka kekerasan yang didapat juga semakin meningkat (Danang, 2013). Variabel yang dapat mempengaruhi proses, antara lain tegangan dan arus listrik yang diberikan adalah waktu atau lamanya proses mengeluarkan ion dalam larutan menuju katoda disebut kation, kutub negatif juga mengeluarkan ion yang bergerak menuju anoda dan disebut anion. Larutan tersebut adalah elektrolit.

Ketebalan dari hasil pelapisan dapat dipengaruhi oleh proses lamanya pencelupan, krom yang dilapiskan pada baja karbon akan semakin tebal seiring dengan penambahan waktu saat proses pencelupan (Ahmad, 2011), selain itu pada penelitian tentang pengaruh besar tegangan listrik terhadap ketebalan lapisan *krom* dengan menggunakan variasi waktu yang berbeda, penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin lama proses pencelupan maka nilai tingkat ketebalan lapisan sebuah benda juga semakin tebal.

Raharjo (2008) mengatakan bahwa hasil penelitian terkait komposisi larutan elektrolit dengan melakukan simulasi pemilihan jenis dan presentase komposisi larutan elektrolit sebagai media pelapisan krom dengan metode baja karbon rendah dan mendapat komponen dari kondisi krom keras yaitu asam kromat, asam sulfat, temperatur dan rapat arus serta peningkatan nilai kekerasan ukuran permukaan pada spesimen.

2.1.2. Bahan Pelapis

Besi (*ferrum*) adalah logam yang berasal dari bijih besi yang banyak digunakan untuk kehidupan sehari-hari. Dalam tabel periodik besi mempunyai simbol Fe, besi juga mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Besi adalah salah satu contoh logam yang banyak dan paling beragam penggunaannya. Salah satu kelemahan besi adalah mudah mengalami korosi yang mengakibatkan banyak kerugian pada sifat besi.

Nikel (*nickel*) adalah logam yang paling banyak digunakan dalam industri kimia dan proses pelapisan logam karena sifatnya yang tahan terhadap korosi dan lunak. Nikel berwarna putih keperak-perakan, berkrystal halus

sehingga jika dipoles akan kelihatan tampak rupa yang indah dan mengkilap. Nikel memiliki kekasaran dan kekuatan sedang, keuletan dan daya hantar listrik baik (Saleh, 2011).

Khrom (*chromium*) adalah jenis logam dengan sifat kekerasan yang tinggi, sehingga memberikan tampak rupa yang indah. *Chromium* banyak digunakan untuk melindungi alat-alat kecepatan tinggi (*high speed tool*). *Chromium* dapat diendapkan dengan menggunakan cara lapis listrik (*electroplating*) dengan semprot logam (*metal spraying*) (Hartomo dan Kaneko, 2011).

2.1.3. Pelapisan Logam

Salah satu cara yang sering dipakai dalam proses finishing suatu logam adalah pelapisan logam. Mekanisme dari proses ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode antara lain secara celup panas (*hot dip galvanis*), semprot logam (*metal spraying*) dan menggunakan listrik (*electroplating*).

2.1.4. Macam-Macam Proses Pelapisan Logam

a. Pelapisan Dekoratif

Proses pelapisan ini bertujuan untuk menambah keindahan tampilan permukaan luar suatu produk atau benda kerja. Pelapisan ini sangat digemari oleh masyarakat karena memiliki warna yang cemerlang, tahan terhadap korosi dan dapat bertahan lama.

b. Pelapisan Protektif

Proses pelapisan ini bertujuan untuk melindungi logam yang dilapisi dari korosi karena logam pelapis tersebut akan memutus interaksi dengan lingkungan sehingga terhindar dari proses oksidasi.

c. Pelapisan Sifat Khusus Permukaan

Pelapisan ini bertujuan untuk mendapatkan sifat khusus pada permukaan seperti sifat keras, tahan aus dan sifat tahan terhadap suhu tinggi. Misalnya, dengan melapisi bantalan dengan logam nikel agar bantalan lebih keras dan tidak mudah aus akibat terkena gesekan pada saat berputar.

2.2. Faktor yang Mempengaruhi Proses Electroplating

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 ampere 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*

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

Waktu pelapisan sangat berpengaruh pada ketebalan lapisan yang diharapkan. Semakin lama pencelupan maka ketebalan lapisan semakin bertambah (*Kirk, 1995 & I Putu, 2005*).

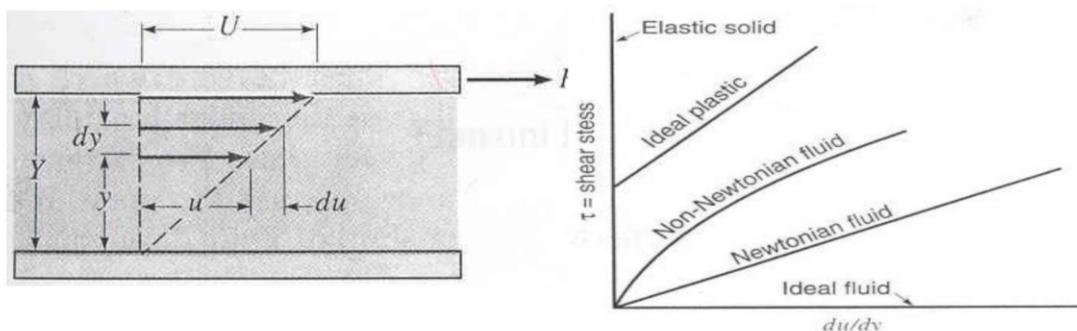
j. Cairan Elektrolit

Elektrolit adalah suatu larutan / cairan senyawa yang mengandung unsur logam pelapis. Misalnya untuk pelapisan seng maka elektrolit yang digunakan harus mengandung seng juga. Fungsi elektrolit adalah sebagai penghantar arus dan penambah ion logam pelapis. Macam-macam larutan elektrolit yang ada diantaranya: Larutan Alkali, Larutan Pyrophospat, Larutan Asam, Larutan Cyanida.

k. Viskositas

Viskositas adalah ukuran ketahanan fluida terhadap deformasi (perubahan bentuk) akibat tegangan geser ataupun deformasi sudut (*angular deformation*). Timbulnya viskositas disebabkan oleh gaya kohesi dan pertukaran momentum dari molekul-molekul fluida.

Menurut Newton, tegangan geser dalam suatu fluida sebanding dengan laju perubahan kecepatan normal terhadap aliran. Laju kecepatan ini juga sering disebut gradien kecepatan. Hubungan antara tegangan geser dan deformasi ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.2. Diagram alir proses pelapisan pada spesimen

Faktor proporsional μ disebut viskositas absolut (*absolute Viscosity*) atau viskositas dinamis (*dynamic viscosity*) atau *coefficient of viscosity*, untuk selanjutnya disebut viskositas. Timbulnya viskositas disebabkan oleh adanya kohesi dan pertukaran momentum dari molekul-molekul fluida.

Perubahan tekanan dan suhu dapat mempengaruhi besarnya viskositas. Dalam perhitungan praktis, perubahan viskositas terjadi karena perubahan tekanan bisa diabaikan karena sangat kecil, yang sangat berpengaruh adalah karena perubahan suhu, seperti pada :

a. Untuk Zat Cair (*Liquid*)

Viskositas banyak dipengaruhi oleh gaya kohesi antar molekul. Bila suhu naik gaya kohesi akan berkurang sehingga viskositasnya akan berkurang. Jadi kenaikan suhu pada zat cair akan menurunkan viskositasnya.

b. Untuk Gas

Viskositas banyak dipengaruhi oleh pertukaran momentum antar molekul. Bila suhu naik, pertukaran momentum antar molekul akan bertambah sehingga viskositasnya juga akan bertambah.

c. Viskositas Kinematis

Perbandingan (*ratio*) antara Viskositas dinamis dengan massa jenisnya.