

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam metode pelapisan ABS dengan *electroplating* ada beberapa aspek yang harus diperhatikan, diantaranya adalah tingkat kecerahan suatu lapisan, kekerasan bahan setelah proses pelapisan dan ketebalan *electroplating*. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari ketiga aspek itu ada elemen penting yang berpengaruh, yaitu elemen waktu. Dari beberapa penelitian sebelumnya, perbedaan waktu pelapisan menghasilkan hasil yang berbeda. Semakin lama waktu pelapisan, hasil yang diperoleh memiliki karakteristik berbeda.

Zohari, A (2013) mengaktifkan spesimen plastik ABS sebelum pelapisan krom dengan pelapisan nikel *palladium* dan *electroless*. Pada proses *electroplating* krom arus listrik, waktu *electroplating* dan komposisi larutan bervariasi. Pelepasan elektro pada plastik ABS memperbaiki kekerasan permukaan, kekerasan permukaan, ketahanan gesekan dan ketebalan lapisan krom specimen. Nilai tinggi pada kekerasan permukaan, tahanan gesekan dan ketebalan lapisan diperoleh specimen menggunakan larutan II, 6 ampere 15 menit.

Yuniati (2010) menyatakan ditinjau dari segi prosesnya, pelapisan logam pada plastik tidak jauh berbeda dengan proses *electroplating*, hanya dengan menambah beberapa tahap proses pengolahan awal yaitu tahap etsa, tahap netralisa, tahap aktivasi dan tahap *electroless*. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan beberapa variabel. Adapun variabel divariasikan adalah konsentrasi larutan *Palladium Chlorida* dan konsentrasi larutan *Stannous Chlorida* pada tahap aktivasi untuk proses elektroless nikel pada plastik ABS. Dapat dilihat bahwa operasi optimal langkah aktivasi untuk bahan plastik ABS adalah dengan menenggelamkan larutan *Stannous Chloride* dengan konsentrasi 10g / l selama 3 menit dan larutan *Palladium Chloride* dengan konsentrasi 0,5 g / l selama 3 menit dimana hasil pelapisan logam *palladium* pada tahap *electroless* semua menempel dengan baik pada permukaan plastik. Daya lekat

antara plastik sebagai bahan dasar dengan logam pelapisnya sangat bergantung pada tahap etsa.

Santhiarsa (2016) menyatakan dalam penelitiannya menggunakan bahan plastik yang mempunyai beberapa keunggulan seperti ringan, kuat, mudah dibentuk, anti karat dan tahan terhadap bahan kimia. Penelitian ini menggunakan plastic ABS sebagai bahan yang dilapisi, dengan variasi temperature, 30°C, 40°C, dan 50°C, serta variasi waktu *electroless* 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Pengujian yang dilakukan adalah pengukuran ketebalan hasil lapisan. Dari hasil penelitian terlihat bahwa penggunaan temperatur mulai dari 30°C, 40°C sampai 50°C, menghasilkan ketebalan lapisan terendah sebesar 2,29 µm dan ketebalan tertinggi sebesar 4,79 µm. Penggunaan waktu *electroless* mulai dari 5 menit, 10 menit, sampai 15 menit, menghasilkan ketebalan lapisan terendah sebesar 2,29 µm dan ketebalan tertinggi sebesar 4,79 µm.

Akuan (2011) menyatakan dalam penelitian ini bertujuan untuk membuat lapisan logam pada material dasar plastik yang bersifat non konduktor dengan menggunakan metode *electroplating*. Dengan proses pelapisan ini diharapkan akan meningkatkan sifat fisik dan bertambah nilai estetika dari material plastik. Pengerjaan pendahuluan, proses etsa, *electroless* dan *accelerating* sangat menentukan daya lekat dan mutu lapisan logam yang dihasilkan.

Suarsana (2012) menyatakan dalam penelitian ini menggunakan spesimen yang berupa tembaga yang berjumlah 15 buah dengan panjang 60mm dan diameter 14 mm. Dalam pelaksanaannya menggunakan 2 variasi. Dalam pelaksanaan pelapisan pertama menggunakan 5 volt, temperatur 60°C dan dengan arus 50 amper dan dengan arus 50 amper. Variasi dilakukan pada waktu pencelupan yaitu 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit dengan tiga kali pengulangan. Sedang pada pelapisan kedua menggunakan voltare 5 volt, temperatur 50°C, arus 50 amper dan waktu pencelupan 2 menit.

Mujiarto (2005) *Acrylonitrile butadiene styrene* (ABS) termasuk kelompok *engineering thermoplastic* yang berisi 3 monomer pembentuk. Akrlonitril bersifat tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap panas. Butadiene memberikan perbaikan terhadap sifat ketahanan pukul dan sifat liat (*toughness*). Sedangkan stirena menjamin kekakuan (*rigidity*) dan mudah

diproses. Beberapa *grade* ABS ada juga yang mempunyai karakteristik yang bervariasi, dari kilap tinggi sampai rendah dan dari yang mempunyai *impact resistance* tinggi sampai rendah.

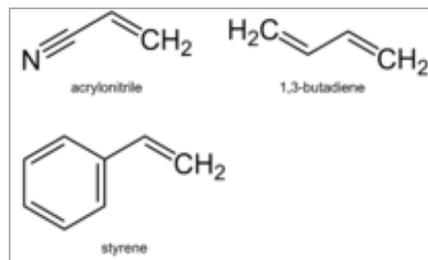
Dari beberapa penelitian diatas plastik ABS dapat dilapisi lapisan *chrome* yang sebelumnya dilakukan proses awal yaitu proses *electroless plating* dengan cara merendam ke beberapa larutan dengan waktu dan suhu yang berbeda – beda disetiap larutan yang akan menjadikan permukaan plastik ABS bersifat katalis dan dapat terlapisi logam nikel pada tahap *electroless plating*. Untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik pada lapisan nikel dilakukan pengujian dengan uji kekasaran, keausan, kekerasan dan ketebalan lapisan yang terbentuk pada permukaan plastik ABS.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Acrylonitrile Butadiene Styrene

Plastik ABS singkatan dari *Acrylonitrile Butadiene Styrene*, termasuk dalam kategori *thermoplastic* yang terdiri dari *acrylonitrile*, *butadiene* dan *styrene* dengan rumus kimia $(C_8H_8)_x$ $(C_4H_6)_y$ dan $(C_3H_3N)_z$ yang mempunyai komposisi yang bervariasi dari 15% - 35% *acrylonitrile*, 5% - 30% *butadiena*, 40% - 60% *styrene*, dan polimer lainnya ditunjukkan pada Gambar

2.1



Gambar 2.1 Struktur monomer plastik ABS (Wahyudi, 2012)

Tiga jenis monomer berbeda yaitu *Acrylonitrile* yang bersifat tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap panas, *Butadiene* mempunyai sifat ketahanan pukul dan liat (*toughness*), sedangkan *Styrene* memberikan sifat kekakuan (*rigidity*) dan mudah diproses. Plastik ABS dapat dicetak sesuai apa yang diinginkan dengan cara *injection molding* dan dapat dielektroplating yang sebelumnya melakukan tahap metalisasi. Dibanding dengan jenis plastik

lainnya, plastik ABS merupakan jenis plastik yang mempunyai faktor keberhasilan untuk diplating lebih besar. Hal tersebut disebabkan oleh mudahnya oleh permukaan plastik ABS dietsa secara kimiawi. Kondisi tersebut berpengaruh pada tingginya tingkat daya lekat (*adhesive*) lapisan logam yang menempel pada permukaan plastik ABS.

2.2.2 Logam Pelapis

Logam pelapis ialah salah satu bahan yang utama pada proses pelapisan logam pada plastik ABS. Logam pelapis yang akan digunakan pada penelitian ini adalah nikel. Penambahan logam pelapis pada plastic ABS ini berguna untuk menambah kekuatan fisik dan mekanis (Zohari, 2013)

Nikel merupakan logam yang sering digunakan pada pelapisan logam, kimia dan industri material. Dengan karakteristik yang fleksibel seperti ketahanannya terhadap oksidasi, tahan terhadap korosi, sifatnya yang tidak berubah bila terkena udara dan kemampuannya untuk mempertahankan sifat aslinya dibawah suhu yang ekstrim. Nikel yang berwarna putih keperakan, berkristal halus, apabila dipoles dan sebagai pelapis akan terlihat indah dan mengkilap.

Selain memiliki sifat dan karakteristik tertentu, nikel juga memiliki sifat kimia yang unik, yaitu:

1. Tidak bereaksi dengan basa alkali.
2. Pada suhu kamar, reaksi dengan udara lambat.
3. Jika bereaksi dengan uap H_2O akan membentuk Oksida NiO .
4. Bila bereaksi dengan H_2S akan menghasilkan endapan hitam NiS .
5. Jika bereaksi dengan Cl_2 akan membentuk Klorida ($NiCl_2$).
6. Bila bereaksi dengan HCl cair dan H_2SO_4 cair, reaksi berlangsung lambat.
7. Jika dibakar, reaksi berlangsung cepat membentuk Oksida NiO .

2.2.3 *Electroless Plating*

Fungsi tahap *electroless plating* adalah untuk menghasilkan lapisan logam yang akan menjadi lapisan dasar yang konduktor agar benda kerja dapat terlapisi logam di tahap *elektroplating*. Metoda *electroless plating* adalah cara

melapiskan logam yang berlangsung pada permukaan yang telah bersifat katalis dan pelaksanaannya tidak membutuhkan supply arus listrik dari luar.

Jika ada daerah/bagian tertentu dari permukaan plastik ABS yang tidak terbentuk lapisan *electroless plating* maka pada daerah tersebut sudah dapat dipastikan tidak akan terbentuk lapisan logam saat tahap *electroplating* dilakukan.

Jenis *electroless plating* yang dapat diterapkan setelah tahap katalisasi *palladium* adalah:

1. *Electroless plating* tembaga - produknya adalah lapisan logam tembaga.
2. *Electroless plating* nikel – produknya adalah lapisan logam nikel.

2.2.4 Preparasi Permukaan

Preparasi permukaan merupakan tahap awal pada proses *electroless plating* untuk mengubah struktur permukaan benda kerja agar dapat lanjut ke tahap metalisasi, macam – macam tahapan preparasi permukaan terdiri dari:

a. Soak Cleaning

Fungsi tahap *Soak Cleaning* adalah membersihkan permukaan plastik ABS dari berbagai pengotor seperti gram bekas bor, debu, oli, lemak maupun tapak tangan. Permukaan plastik ABS harus bersih agar efektifitas reaksi kimia pada tahap berikutnya dapat lebih besar sehingga peluang keberhasilan proses plating logamnya pun akan menjadi lebih besar pula. Beberapa kegagalan yang disebabkan oleh tidak sempurnanya pelaksanaan tahap *Soak Cleaning* adalah:

- Pada daerah tertentu tidak terbentuk lapisan.
- Lapisannya mudah terkelupas.
- Lapisannya menggelembung (*blister*).

b. Chemical Etching

Fungsi tahap *chemical etching* adalah mengikis permukaan plastik ABS agar terbentuk pori – pori. Fungsi pori – pori tersebut adalah untuk meningkatkan daya lekat lapisan dan lebih memudahkan terbentuknya lapisan. Proses ini sangat berpengaruh terhadap lapisan logam yang akan melekat pada

permukaan plastik ABS atau proses katalisasi *palladium* dan *electroless* nikel yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Permukaan plastik ABS sebelum dan sesudah proses *Chemical Etching* (Wahyudi, 2012)

c. Netralisasi

Fungsi tahap netralisasi adalah untuk menghasilkan bekas larutan *chemical etching* yang masih ada di pori – pori permukaan plastik ABS.

2.2.5 Metalisasi

Metalisasi ialah proses yang berfungsi untuk menjadikan plastik ABS menjadi material yang konduktor, yang terdiri dari proses:

a. Katalisasi *Palladium*

Tahap *Katalisasi Palladium* bertujuan untuk membuat permukaan plastik menjadi katalis. Proses pembentukan inti – inti katalis pada permukaan plastik terjadi karena sensitizer yang diabsorpsi dalam Sn-organo, dioksidasi oleh ion – ion aktifator yang mengalami reduksi dan mengendap pada permukaan spesimen. Menempalnya *palladium* dapat dilihat dari terdapatnya lapisan tipis kehitaman pada permukaan plastik ABS yang telah dibilas. Permukaan plastik yang bersifat katalis sangat mutlak diperlukan agar saat benda kerja berada di tahap *electroless plating*, pada permukaannya dapat terbentuk lapisan logam.

b. Akselerasi

Fungsi tahap akselerasi adalah:

- Melarutkan lapisan Sn terbentuk secara simultan pada saat proses katalisasi *palladium* berlangsung. Lapisan tipis Sn yang terbentuk dapat menjadi penghambat/penghalang bagi terbentuknya lapisan logam saat proses *electroless plating* berlangsung. Dengan dihilangkannya lapisan tipis Sn tersebut maka permukaan plastik benar – benar bersifat katalis sehingga mudah untuk dilapisi logam saat berada di tahap *electroless plating*.
- Menghilangkan bahan pencemar logam yang masih berada di permukaan benda kerja. Keberadaan bahan pencemar logam tersebut dapat mengurangi efektivitas reaksi di tahap *electroless plating* dan dapat mempercepat rusaknya larutan *electroless plating*.

c. *Electroless Plating* nikel

Proses *electroless* nikel merupakan tahapan pelapisan logam nikel pada permukaan plastik ABS sehingga memiliki sifat konduktor.

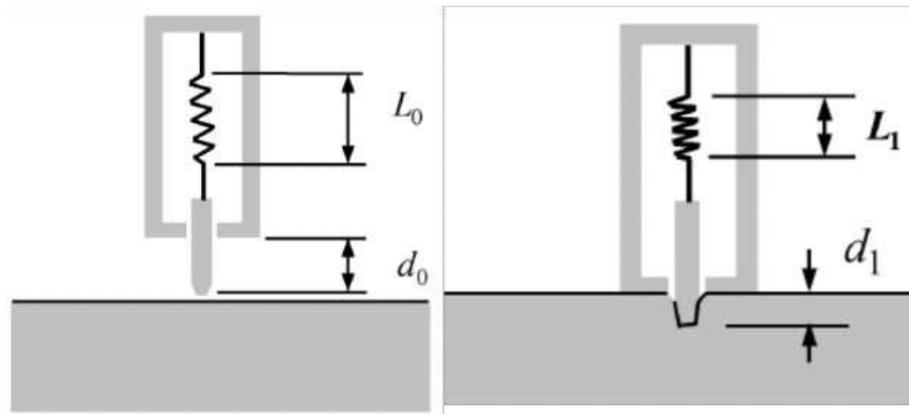
2.2.6 Proses Pengujian

1. Pengujian Kekerasan

Kekerasan merupakan suatu material untuk menahan deformasi plastis yang mempunyai sifat yang terlokalisasi pada suatu material yang dapat disebabkan oleh tusukan maupun goresan. Material tersebut yang akan mengalami gesekan atau *frictional force* bahwa perlu diketahui nilai kekerasannya. Umumnya kekerasan menyatakan ketahanan terhadap deformasi. Deformasi plastik itu sendiri merupakan suatu keadaan dari sebuah material tersebut yang diberikan gaya maka material tersebut tidak bisa kembali ke dalam bentuk asalnya artinya bahwa material tersebut tidak dapat kembali ke bentuk asalnya (Haryanto,2016).

Berbagai macam alat pengujian kekerasan dan digunakan untuk berbagai jenis material, yaitu salah satunya adalah *Shore Durometers Hardness Tester*. *Shore Durometers Hardness Tester* adalah alat uji untuk mengetes kekerasan material jenis *rubber* dan *plastic*, sebenarnya dia

termasuk dalam aplikasi *portable hardness tester* karena jenis dan bentuknya dan fungsi penggunaannya berbeda. Prinsip yang digunakan sebagai alat mengukur kekerasan didasarkan pada mengukur kekuatan perlawanan dari penetrasi jarum ke dalam bahan uji seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



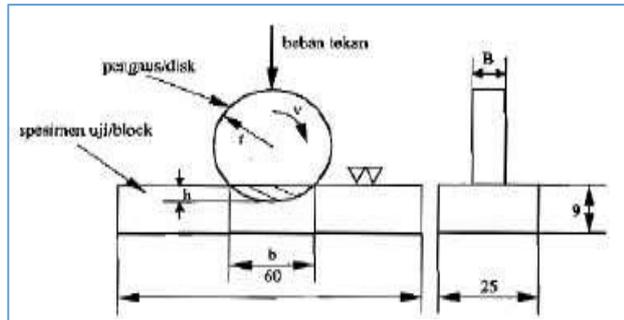
Gambar 2.3 Prinsip kerja kekerasan Shore Durometers Hardness Tester
(Qi *et al*, 2003)

Seperti banyaknya dalam hal pengujian kekerasan material lainnya, *shore* adalah polimer, elastomer, karet dan lain-lainya. Hasil yang diperoleh dari tes ini adalah ukuran yang berguna *resistensi* relatif terhadap lekukan dari berbagai kelas polimer. Namun, uji kekerasan *Shore Durometer* tidak melayani dengan baik sebagai prediktor properti lainnya seperti kekuatan atau ketahanan terhadap goresan, abrasi, dan tidak diperbolehkan untuk digunakan sendiri untuk spesifikasi desain produk. *Shore Durometer sering sekali digunakan sebagai proxy* untuk fleksibilitas (lentur modulus) untuk spesifikasi elastomer.

2. Pengujian Keausan

Keausan suatu hilangnya sejumlah lapisan permukaan material karena adanya gesekan antara permukaan padatan dengan benda lain. Definisi gesekan tersebut sendiri adalah gaya tahan yang menahan gerakan antara dua permukaan *solid* dengan *liquid*. Keausan pada dasarnya memiliki beberapa mekanisme yaitu Erosi, Fatik, Adhesi, Abrasi, dan korosi. Secara umum mekanisme keausan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut. Ketika terjadi kontak antara dua permukaan material, bagian kasar dari suatu

material akan terlibat kontak. Saat beban ditambahkan, bagian kasar pada logam akan terdeformasi secara plastis dan menghasilkan *Sub – shear zone*. Laju keausan dinyatakan dengan jumlah kehilangan atau pengurangan material (massa, volume, atau ketebala) tiap satuan panjang lurus spesimen dengan satuan waktu. Prinsip keausan spesimen dengan disk on block dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4 Prinsip kerja keausan *disc on block* (Nurdiansyah,2011)

Keausan yang terjadi pada spesimen didapat menggunakan persamaan berikut ini :

$$W = \frac{V_i - V_f}{t} = \frac{V}{t} \dots\dots\dots (2.1)$$

- Dimana:
- V_i : Volume awal spesimen (mm^3)
 - V_f : Volume akhir spesimen setelah pengausan (mm^3)
 - t : Waktu atau lama pengausan (menit)
 - V : Volume goresan yang hilang (mm^3)

Volume goresan hilang (V) pada spesimen uji dapat menggunakan persamaan:

$$V = \frac{W}{x} = \frac{B \cdot b^3}{12r \cdot x} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan: x : Jarak lurus (seting pada mesin uji).

Keausan spesifik dihitung dari lebar material yang termakan oleh piringan yang berputar. Keausan spesifik (W_s dalam mm^3/kg) dinyatakan dengan:

$$W_s = \frac{B \cdot b^3}{8 \cdot r \cdot P_0 \cdot l_0} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan: B : Tebal piringan (mm)
r : Radius piringan (mm)
b : Lebar keausan hasil pengamatan mikroskop (mm)
Po : Beban tekan saat pengausan (kg)
lo : Jarak tempuh dari proses pengausan (mm)

3. Pengujian Kekasaran Permukaan

Kekerasan adalah suatu kekerasan ketidakraturan dari tekstur permukaan, yang ada pada umumnya mencakup ketidakraturan yang diakibatkan oleh perlakuan selama proses produksi. Karakteristik suatu permukaan memegang suatu peranan yang penting dalam perancangan komponen mesin atau peralatan. Dalam beberapa hal, kekerasan permukaan perlu dinyatakan sejelas-jelasnya terutama jika berhubungan dengan bertemunya 2 komponen mesin dalam suatu sistem.

Adapun secara umum kekerasan suatu material yang dapat dilihat dari tekstur permukaannya. Akan tetapi karena adanya perbedaan tingkat kekerasan suatu material, untuk menentukannya tidak cukup hanya rabaan tangan atau melihat secara langsung pada permukaannya. Beberapa standar pengukuran yang umum digunakan dalam pengukuran kekasaran permukaan adalah Ra, Rb, atau Rmax dan satuan kekasaran berupa μm .

4. Pengujian Ketebalan dan Struktur Lapisan

a. Mikroskop Optik

Mikroskop optik merupakan suatu jenis mikroskop yang memanfaatkan cahaya tampak dan lensa yang disusun sedemikian rupa membentuk suatu sistem untuk memperbesar gambaran spesimen yang kecil. Mikroskop optik banyak digunakan karena menggunakan cahaya langsung yang tampak oleh mata sehingga sampel dapat langsung mati. Gambar yang dihasilkan mikroskop optik sudah dapat langsung dilihat dengan menghubungkan mikroskop ke layar monitor komputer menggunakan kamera normal dengan sensitivitas cahaya tinggi. Perbesaran yang dihasilkan mencapai 1000x pembesaran.

b. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Yaitu merupakan mikroskop yang menggambar spesimen dengan cara memindai spesimen tersebut dengan sinar elektron berenergi tinggi. Elektron berinteraksi dengan atom – atom sehingga spesimen menghasilkan sebuah sinyal yang mengandung informasi tentang fotografi permukaan spesimen, komposisi, dan karakteristik lainnya seperti konduktivitas listrik. Gambar yang dapat diambil dari fotografi tabung sinar katoda beresolusi tinggi. Pada mesin modern gambar diambil dan ditampilkan pada monitor komputer serta disimpan ke dalam *hard disk* yang dimiliki. Sumber dari elektron *SEM* biasanya berupa *filament* dengan bahan kawat tungsten atau berupa jarum dari paduan *Lantanum Hexaboride* (LaB_6) atau *Cerium Hexaboride* (CeB_6), kedua bahan ini dapat menyediakan berkas elektron yang teoritis memiliki energi tunggal (monokromatik) (Sujatno dkk, 2015).