

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Yuniati (2010) Melakukan penelitian tentang elektrodes pada plastik ABS dengan memvariasikan beberapa variabel yaitu, konsentrasi larutan *Palladium Chlorida* dan konsentrasi larutan *Stannous Chlorida* pada tahap aktivasi untuk proses *elektroless* nikel pada plastik ABS. Tahap aktivasi yang dilakukan dibawah kondisi konsentrasi optimum pada PdCl_2 sebanyak 0,3 gr/liter dan HCl 300 ml/liter waktu 3 menit, lapisan *elektroless* yang dihasilkan tidak merata hal ini disebabkan proses aktivasi pada plastik belum begitu sempurna atau dengan kata lain pembentukan inti-inti katalisis terjadi karena *sensitizer* yang diabsorpsi dalam stano dioksidasi oleh ion-ion aktivator mengalami reduksi dan sedikit sekali mengendap pada permukaan plastik sewaktu proses *elektroless*. Bila tahap aktivasi dilakukan pada kondisi operasi pada PdCl_2 0,4 gr/liter dan HCl nya 350 ml/liter, pembentukan inti-inti katalis terjadi karena *sensitizer* yang di absorpsi dalam stano organo dioksidasi oleh ion-ion aktivator, dengan sendirinya ion-ion aktivator mengalami reduksi dan mengendapkan sebahagian pada permukaan plastik. Berdasarkan tampak rupa hasil lapisan kondisi operasi optimum untuk pelapisan logam palladium pada plastik ABS pada tahap aktivasi pada konsentrasi SnCl_2 10 gr/l dan konsentrasi PdCl_2 0,5 gr/l, dan waktu 3 menit dimana hasil pelapisan logam palladium pada tahap *elektroless* semua menempel dengan baik pada permukaan plastik. Daya lekat antara plastik sebagai bahan dasar dengan logam pelapisnya sangat bergantung pada tahap etsa.

Santhiarsa (2016) Bahan plastik mempunyai beberapa keunggulan seperti ringan, kuat, mudah dibentuk, anti karat dan tahan terhadap bahan kimia. Namun dibalik kelebihanannya, plastik juga memiliki kelemahan yaitu kemampuannya untuk tahan gores dan kekerasan yang rendah. Seiring

dengan perkembangan teknologi di bidang teknik pelapisan non logam, proses peningkatan sifat kekerasan bahan plastik dapat dilakukan dengan proses metalisasi plastik melalui proses elektrodes Penelitian menggunakan plastik ABS sebagai bahan yang dilapisi, dengan variasi temperatur, 30°C, 40°C dan 50°C, serta variasi waktu elektrodes 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Pengujian yang dilakukan adalah pengukuran ketebalan hasil lapisan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur dan waktu pada proses *electroless plating* berpengaruh terhadap ketebalan lapisan, dimana pada temperatur 50°C dan waktu elektrodes 15 menit didapat hasil ketebalan paling tinggi sebesar 3,83 µm.

Tang et al (2007) Proses aktivasi permukaan untuk pelapisan elektrodes ABS dengan menggunakan *biopolimer chitosan* yang telah dikembangkan. Hal ini telah dikonfirmasi bahwa metode baru ini meningkatkan kekuatan perekat lapisan dan substrat. Proses etsa tanpa menggunakan kromium dilakukan untuk memodifikasi permukaannya agar menjadi hidrofilik dari sudut pandang yang ramah lingkungan. Struktur plating Ni-P yang kuat, padat dan kontinu diperoleh dari pelapisan nikel *electroless* menggunakan ini metode aktivasi Ini adalah biaya rendah dan ramah lingkungan proses aktivasi permukaan yang bisa diaplikasikan ke dalam industri manufaktur skala besar.

Tang et al (2009) Melakukan tentang proses aktivasi palladium elektrodes plating nikel pada plastik ABS. Proses pengaktifan menggunakan palladium dengan pelapisan elektrodes Ni pada permukaan ABS dapat dilakukan. Proses aktivasi ini dilakukan dengan mengimobilisasi nanopartikel Ni sebagai katalisator pada substrat ABS. Pada penelitian ini ditemukan bahwa gugus fungsional hidrofilik (H-O-S (O₂) -C₆H₄) yang digunakan pada proses etsa yang berbeda dibandingkan pada penelitian sebelumnya. Dengan hasil penelitian bahwa nanopartikel Ni yang terbentuk cukup bagus sebagai katalis untuk *electroless plating* nikel, Lapisan mengkilap dan halus diperoleh dari pelapisan tanpa arus listrik dengan

menggunakan metode aktivasi ini. Proses aktivasi ini sangat ramah lingkungan dengan biaya yang murah.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 *Akrilonitril Butadiena Stirena (ABS)*

Plastik ABS (*Akrilonitril Butadiena Stirena*) merupakan jenis plastik yang termasuk dalam kopolimer thermoplastic yang tersusun dari tiga jenis monomer berbeda hasil dari polimerisasi akrilonitril dan stirena dengan polibutadiena. Dengan rumus kimia $(C_8H_8)_x (C_4H_6)_y (C_3H_3N)_z$. Komposisi ketiga jenis monomer ini dapat bervariasi dari 15% - 35% akrilonitril, 5% - 30% butadiena, 40% - 60% stirena, dan kandungan monomer atau polimer lainnya (Anggariawan, 2017). *Akrilonitril* bersifat stabil terhadap panas dan tahan terhadap bahan kimia, *butadiena* bersifat dapat memberikan perbaikan dalam sifat ketahanan pukul dan sifat liat dan *stirena* menjamin kekakuan (*rigidity*) dan mudah diproses.

Plastik ABS dapat dicetak dengan cara *injection molding* dan dapat dielektroless terlebih dahulu dilakukan tahap metalisasi. Permukaan plastik ABS mudah dietsa secara kimiawi, dengan kondisi tersebut mengakibatkan permukaan plastik memiliki daya lekat (*adhesive*) yang tinggi terhadap lapisan logam yang menempel pada permukaan plastik ABS. Maka dari itu plastik ABS merupakan plastik yang memiliki peluang keberhasilan untuk di *elektroless plating* paling besar.

Tabel 2.1 Sifat Material *Recycle* ABS (Anggariawan, 2017)

	Units	"TOYOLAC" 700 -314				Test Method
		0%	10%	30%	50%	
Blend ratio of recycle material		0%	10%	30%	50%	
Tensile Strength at Yield	MPa Kg/cm ²	50 510	50 510	50 510	51 520	ASTM D 638
Tensile Elongation at Break	%	35	33	32	28	
Flexural Strength	MPa Kg/cm ²	76 770	76 770	76 770	77 780	ASTM D 790
Flexural Modulus	MPa Kg/cm ²	2,450 25,000	2,450 25,000	2,480 25,300	2,520 25,800	
Izod Impact Strength						ASTM D 256
12.7mmt, V-notched, 23°C	J/m Kgc/cm	186 19	186 19	186 19	176 18	
3.2mmt, V-notched, 23°C	J/m Kgc/cm	196 20	196 20	196 20	186 19	
Distortion Temp. under Load 6.4mmt, 1.82MPa Loading	°C	87	87	87	86	ASTM D 648
Melt Flow Rate 220°C, 98N	g/10m	23	23	24	24	ISO 1133
Specific Gravity	-	1.05	1.05	1.05	1.05	ASTM D 792

Secara umum plastik ABS memiliki sifat tahan terhadap bahan kimia, dapat mudah dirubah bentuk, memiliki kilap permukaan yang baik, mudah direkatkan, liat, keras,kaku serta biaya proses yang rendah. Karena mimiliki sifat seperti itu, plastik ABS sering digunakan dalam tujuan *dekoratif-protektif* logam seperti pada Gambar 2.1. Banyak aplikasi penggunaannya dalam berbagai bidang, seperti berikut ini:

1. Komponen otomotif, misalnya: *body* kaca spion, bumper, *horn grill*, *radiator grill*, reflektor lampu dan lain-lain.
2. Peralatan elektronik, misalnya: plastik knob, remote control, body dispenser,*body* AC, kipas angin dan lain-lain.

3. Peralatan rumah dan bangunan, misalnya: kran air, *handle* pintu, *sanitary ware*, bak air dan lain-lain.



Gambar 2.1 Produk hasil pelapisan logam terhadap plastik ABS (Wahyudi, 2012)

2.2.2 Logam Pelapis

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

Nikel (*nickel*) adalah logam yang sering digunakan pada industri material, kimia dan pelapisan logam, Karena sifatnya yang fleksibel dan mempunyai karakteristik-karakteristik yang unik seperti tidak berubah sifatnya bila terkena udara, ketahanannya terhadap oksidasi dan kemampuannya untuk mempertahankan sifat-sifat aslinya di bawah suhu yang ekstrim dan juga tahan korosi seperti terlihat pada Tabel 2.1. Nikel berwarna putih keperak-perakan, berkristal halus, sehingga bila dipoles dan sebagai lapis lindung akan kelihatan tampak rupa yang indah dan mengkilap.

Tabel 2.2 Sifat fisik dan mekanik logam nikel (Anwir, 1994)

Keterangan Umum Unsur	
Nama, Lambang, Nomor atom	nikel, Ni, 28
Deret kimia	Logam Transisi
Golongan, Periode, Blok	10, 4, d
Penampilan	Kemilau, Metalik
Massa Atom	58,6934(2) g/mol
Ciri-ciri Fisik	
Fase	Padat
Massa jenis (suhu kamar)	8,908 g/cm ³
Massa jenis cair pada titik lebur	7,81 g/cm ³
Titik lebur	1455° C
Titik didih	2913° C
Kalor peleburan	17,48 kJ/mol
Kalor penguapan	377,5 KJ/mol
Kapasitas kalor	26,07 J /(mol-k)
ciri-ciri Atom	
Struktur kristal	cubic face centered
Jari-jari atom	135 pm
Jari-jari kovalen	121 pm
jari-jari Van der Waals	163 pm
Lain-lain	
Sifat magnetic	Ferromagnetic
Resisvilitas listrik	(20 °C) 69.3 nΩ•m
Konduktivitas termal	(300 K) 90.9 W/(m.K)
Ekspansi termal	(25 °C) 13.4 μm/(m.K)
Kecepatan suara(pada wujud kawat) (suhu kamar)	4900

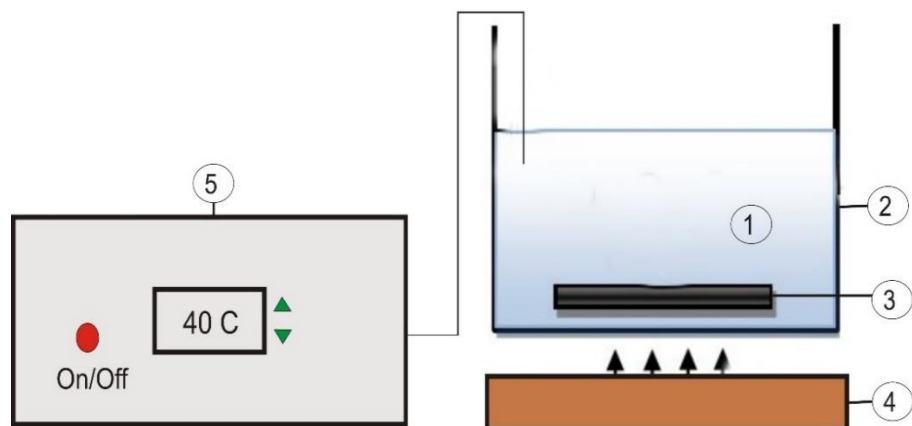
Selain memiliki sifat dan karakteristik tertentu. Nikel juga memiliki sifat kimia yang unik, yaitu:

- Pada suhu kamar, reaksi dengan udara lambat

- Jika dibakar, reaksi berlangsung cepat membentuk oksida NiO
- Dengan Cl₂ membentuk Klorida (NiCl₂)
- Dengan steam H₂O membentuk Oksida NiO
- Dengan HCl encer dan asam sulfat encer, reaksi berlangsung lambat
- Tidak beraksi dengan basa alkali
- Bereaksi dengan H₂S menghasilkan endapan hitam

2.2.3 *Elektroless Plating*

Elektroless Plating merupakan proses pelapisan tanpa menggunakan arus listrik pada proses pelapisannya. Proses ini terjadi karena adanya reaksi oksidasi dan reduksi pada permukaan bahan, sehingga terbentuk lapisan logam yang berasal dari garam logam tersebut (Santhiarsa, 2016). Karena tidak menggunakan arus listrik dalam pertukaran *elektron*, proses pelapisan yang terjadi menjadi lebih lambat. Maka untuk mempercepat proses pelapisan temperatur harus di naikan dengan alat pemanas. Proses elektroless dapat dilihat dari Gambar 2.2 dibawah:



Gambar 2.2 Proses pelapisan tanpa menggunakan arus Listrik .

Keterangan :

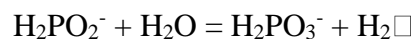
1. Larutan *Elektroless* Nikel

2. Bak Plating
3. Bahan yang dilapis (Plastik ABS)
4. Pemanas (Heater)
5. *Thermocontrol*

Proses *elektroless plating* dapat dilakukan untuk beberapa jenis logam. Jenis *elektroless plating* yang dapat diterapkan setelah tahap katalisasi palladium yang sering digunakan adalah:

1. *Elektroless plating* tembaga - produknya adalah lapisan logam tembaga.
2. *Elektroless plating* nikel – produknya adalah lapisan logam nikel. Lapisan logam nikelnya berupa paduan Ni-P (*nikel-phosphor*). Dalam proses *elektroless plating* pada permukaan plastik ABS, jenis *elektroless plating* nikel sering digunakan untuk dibandingkan *elektroless plating* tembaga karena mempunyai karakteristik lebih keras dan tahan korosi dibandingkan dengan lapisan logam tembaga.

Larutan *elektroless* nikel membutuhkan bahan kimia yang berfungsi sebagai reduktor. Bahan kimia reduktor yang umum digunakan adalah *sodium hypophosphite* (NaH_2PO_2). Reduktor tersebut berfungsi mereduksi ion nikel (Ni^{2+}) menjadi logam nikel (Ni^0). Reaksi reduksi terbentuknya lapisan logam dipermukaan benda kerja akibat adanya bahan reduktor dalam larutan *elektroless nikel* plating adalah :

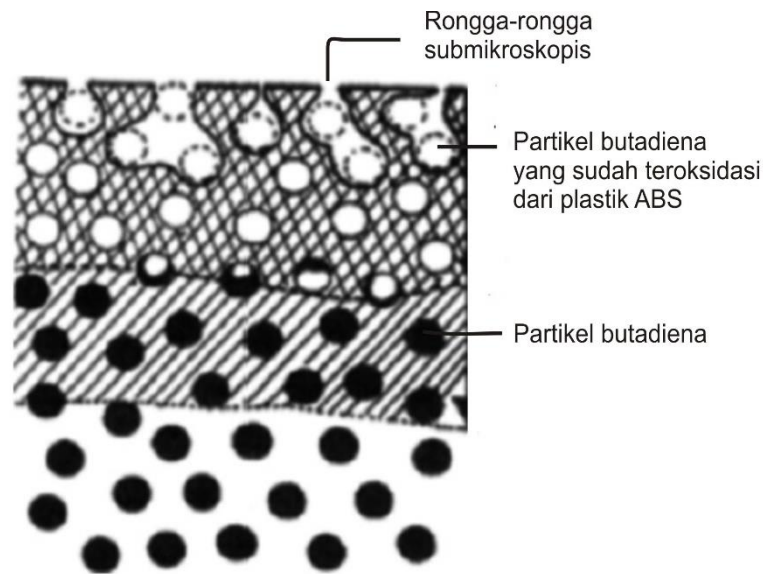


Dari reaksi kimia tersebut diketahui bahwa terbentuknya lapisan nikel dari proses *elektroless* nikel dapat terjadi jika permukaan plastik ABS bersifat katalis, reaksi lainnya adalah terbentuknya gas hydrogen dan lapisan *elektroless* nikel yang dihasilkan merupakan paduan dari Ni dan P.

2.2.4 Preparasi Permukaan

Preparasi permukaan merupakan tahap pertama dalam proses elektroless plating untuk mengubah struktur permukaan benda kerja agar dapat mengikat paladium. Preparasi permukaan terdiri dari beberapa proses yaitu pembersihan, *etching* (etsa), dan tahap senitasi.

1. Tahap pembersihan yang berfungsi untuk pembersihan permukaan plastik ABS dari berbagai macam zat pengotor dengan menggunakan soak cleaning sebagai larutan pembersinya. Permukaan plastik ABS harus bersih agar tidak mengganggu reaksi kimia yang terjadi pada proses berikutnya. Ada beberapa kegagalan akibat tahap pembersihan tidak dilakukan secara sempurna yaitu: tidak terbentuk lapisan pada daerah tertentu, lapisan mudah terkelupas, dan lapisan menggelembung.
2. Tahap *etching* (etsa) berfungsi untuk membuat permukaan kasar secara kimia. Prinsip proses ini adalah substitusi secara kimia pada substrat plastik, agar terbentuk ikatan antara logam dengan permukaan plastik. Pada permukaan plastik ABS, bagian yang tersubstitusi adalah partikel-partikel *butadiene*. Partikel-partikel *butadiene* ini akan larut teroksidasi oleh larutan etsa, kemudian menghasilkan tempat yang berupa rongga-rongga *submikroskopis* seperti terlihat pada Gambar 2.3. Rongga-rongga ini memungkinkan terjadinya ikatan antara plastik dengan endapan logam yang melapisi. Bila proses etsa terus dibiarkan, maka proses ini akan berlangsung kebagian-bagian yang lebih dalam dari permukaan plastik sehingga akan merubah sifat-sifat dari plastik tersebut.



Gambar 2.3 Proses *etching* pada permukaan plastik ABS (Pentti, 2014)

3. Tahap sensitasi merupakan proses terjadinya adsorpsi dari senyawa-senyawa yang mudah teroksidasi pada permukaan plastik. *Sensitizer* akan teradsorpsi pada permukaan plastik dan terjadi ikatan kimia dengan substrat plastik yang sudah teroksidasi membentuk lapisan tipis. Tujuan proses ini untuk menghilangkan sisa *chromic acid* yang tersisa pada permukaan plastik

2.2.5 Metalisasi

Metalisasi merupakan proses selanjutnya yang berfungsi untuk membuat plastik ABS menjadi konduktor. Yang terdiri dari katalisasi palladium, akselerasi, dan *elektroless* nikel.

1. Katalisasi palladium berfungsi untuk menghasilkan permukaan plastik ABS agar bersifat katalis. Setelah terlapisi palladium plastik ABS dapat dinyatakan bersifat katalis. Indikasi untuk mengetahui menempelnya palladium adalah ketika dibilas permukaan plastik akan berwarna kehitam-hitaman. Permukaan plastik yang bersifat

katalis sangat diperlukan karena pada permukaan dapat terbentuk lapisan logam.

2. Tahap akselerasi berfungsi menghilangkan lapisan tipis timah yang menutupi lapisan palladium. Lapisan tipis timah dapat menghambat terjadinya lapisan elektroplating berlangsung. Dan juga untuk menghilangkan bahan pencemar logam yang berada dipermukaan plastik ABS.
3. Tahap *elektroless* nikel berfungsi untuk mendapatkan permukaan plastik konduktif. *Elektroless* merupakan proses pelapisan yang terjadi karena adanya reduksi ion-ion logam secara kimiawi dalam suatu larutan yang mengandung zat pereduksi, dan diendapkan membentuk lapisan logam pada permukaan yang katalitik. Pada umumnya reduktor yang digunakan untuk elektroless nikel adalah natrium hypofosfit.

2.2.6 Pengujian Kekasaran

Secara umum kekasaran atau kehalusan suatu material dapat dilihat dari tekstur permukaannya. Akan tetapi karena adanya perbedaan tingkat kekerasan suatu material, untuk menentukannya tidak cukup dengan rabaan tangan apalagi hanya melihat permukaannya secara kasap mata.

Beberapa standar pengukuran yang umum digunakan dalam pengukuran kekasaran permukaan adalah yaitu Ra, Rz dan Rmaks. Ra adalah nilai rata-rata kekasaran, Rz adalah nilai rata-rata maksimum kekasaran dan Rmaks adalah nilai maksimum kekasaran permukaan. Perhitungan yang dilakukan untuk mengetahui nilai Ra dapat menggunakan rumus dibawah ini (Sukarno, 2017).

$$Ra = \frac{a + b + c \dots \dots \dots + n}{n} \dots \dots \dots (2.1)$$

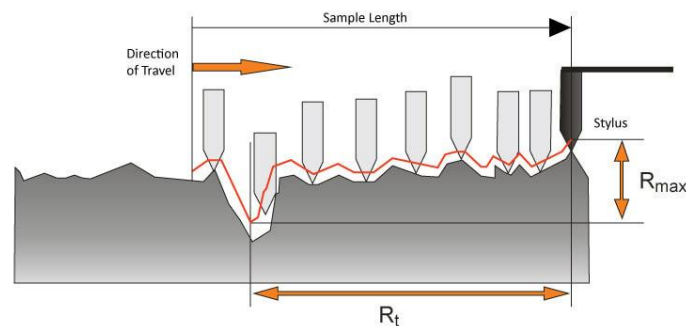
Dimana :

Ra = Kekasaran rata-rata (μm)

- a = Nilai Hasil uji Kekasaran 1 (μm)
- b = Nilai Hasil uji Kekasaran 2 (μm)
- c = Nilai Hasil uji Kekasaran 3 (μm)
- n = Jumlah banyaknya data

Parameter pengukuran kekasaran diukur dari besaran simpangan permukaan ril dari bentuk permukaan ideal. Jika simpangan besar cenderung kasar, begitu pula sebaliknya jika simpangannya kecil maka material memiliki permukaan yang halus. Satuan kekasaran berupa μm dapat diukur menggunakan alat *surface roughness tester*.

Secara umum kekasaran suatu material dapat dilihat dari tekstur permukaannya. Akan tetapi karena adanya perbedaan tingkat kekasaran suatu material, untuk menentukannya tidak cukup rabaan tangan atau melihat langsung permukaannya. Metode pengukuran kekasaran permukaan dapat dilihat dari Gambar 2.4 dibawah



Gambar 2.4 Metode pengukuran kekasaran permukaan (Sukarno, 2017)

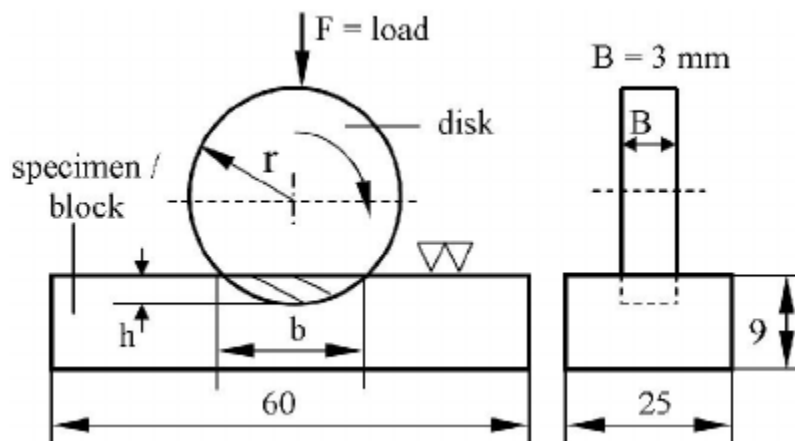
2.2.7 Pengujian Keausan

Keausan adalah hilangnya sejumlah lapisan permukaan material karena adanya gesekan antara permukaan padatan dengan benda lain. Definisi gesekan itu sendiri adalah gaya tahan yang menahan gerakan antara 2 permukaan solid yang bersentuhan maupun solid dengan liquid. Keausan pada dasarnya memiliki beberapa mekanisme, yaitu Abrasi, Erosi, Adhesi, Fatik dan Korosi. Secara umum, mekanisme keausan dapat dijelaskan

sebagai berikut. Ketika terjadi kontak antara 2 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*.

Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode dan teknik, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan aktual. Salah satunya adalah metode Ogoshi dimana benda uji memperoleh beban gesek dari cincin yang berputar (*revolving disc*). Pembebanan gesek ini akan menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang-ulang yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material ada permukaan benda uji. Besarnya jejak permukaan dari material tergesek itulah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material. Semakin besar dan dalam jejak keausan maka semakin tinggi volume material yang terkelupas dari benda uji.

Laju keausan dinyatakan dengan jumlah kehilangan / pengurangan material (massa, volume, atau ketebalan) tiap satuan panjang lurus specimen dengan satuan waktu. Prinsip keausan specimen dengan *disk on block* dapat dilihat seperti tertera pada Gambar 2.5 di bawah ini:



Gambar 2.5 Prinsip pengujian keausan *disk on block* (Zohari, 2010)

Laju keausan dinyatakan dengan :

$$W = \frac{Vi - Vf}{t} = \frac{V}{t} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana : Vi : volume awal specimen (mm³)

Vf : volume akhir specimen setelah pengausan (mm³)

t : waktu atau lama pengausan (menit)

V : volume goresan yang hilang (mm³)

Volume goresan hilang (V) pada specimen uji (block) di tentukan dengan persamaan :

$$V = B \left[r^2 \sin^{-1} \left(\frac{b}{2r} \right) - \frac{b}{2} \sqrt{r^2 - \frac{b^2}{4}} \right] \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana : B : tebal disk (mm)

r : radius disk (mm)

b : lebar keausan yang diperoleh dari pengamatan melalui mikroskop pada bekas alur (mm)

Keausan dapat juga di ungkapkan dengan keausan spesifik. Keausan spesifik dihitung berdasarkan lebar keausan benda uji yang termakan oleh pengausan yang berputar. Keausan benda uji yang termakan oleh pengaus yang berputar . Keausan spesifik (Ws dalam mm³/kg) dinyatakan dengan:

$$W_s = \frac{B \cdot b o^3}{8 \cdot r \cdot P_o \cdot l_o} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana : B :lebar disk (mm)

bo : lebar keuasan pada benda uji (mm)

r : jari-jari (mm)

Po : beban tekan (kg)

lo : jakar tempuh dari proses pengausan (mm)

2.2.7 Pengujian Kekerasan

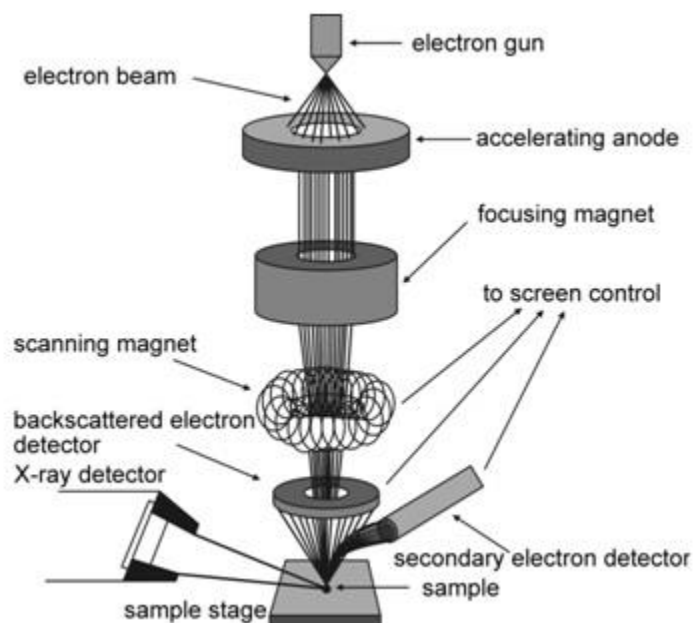
Kekerasan merupakan ketahanan suatu material terhadap penetrasi benda lain. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya material yang akan mengalami pergesekan atau *frictional force*. Pada umumnya kekerasan menyatakan ketahanan terhadap *deformasi*. Sedangkan *deformasi plastic* sendiri merupakan suatu keadaan dari material ketika material tersebut diberikan gaya maka material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asalnya artinya material tersebut tidak bisa kembali ke bentuk asalnya. Dalam pengujian kekerasan berfungsi untuk mengetahui *karakteristik* suatu material dan melihat mutu untuk memastikan suatu material mempunyai spesifikasi kualitas tertentu (Haryanto, 2016).

Secara umum, pengujian kekerasan terbagi menjadi 3 teknik pengukuran. Teknik yang pertama yaitu pengukuran kekerasan gesek, kekerasan indentasi dan kekerasan pantulan. Tetapi, umumnya dalam dunia engineering lebih umum menggunakan teknik pengukuran kekerasan indentasi. Pada pengukuran kekerasan mikro, beban yang digunakan termasuk kecil karena bagian yang diukur juga merupakan bagian kecil dari material. Persiapan spesimen pengukuran pun memerlukan persiapan yang hati-hati. Karena, pada pengukuran ini diperlukan perlakuan khusus pada permukaan area pengukuran. Contohnya adalah permukaan area pengukuran perlu dibersihkan dan di poles bersih agar permukaan area pengukurannya dapat terlihat. Umumnya, pada pengukuran mikro menggunakan metode pengukuran menggunakan metode Knopp. Akan tetapi, pada pengukuran kali ini peneliti menggunakan metode *Vickers*. Dilapangan, pengujian ini

menggunakan indenter berupa prisma dengan sudut kontak pada indentornya sebesar 136° . Besaran sudut ini dipilih karena dapat menentukan besaran diameter yang diperlukan apabila akan dilakukan pengukuran kekerasan menggunakan metode *Brinell*.

2.2.9 Pengujian Ketebalan

Pengukuran ketebalan lapisan bertujuan untuk mengetahui tebal lapisan nikel pada permukaan spesimen. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat uji FE-SEM (*Field Emission Scanning Electron Microscopy*). Bagian dari *Mikroskop SEM* dapat kita lihat pada Gambar 2.6 di bawah ini :



Gambar 2.6 Diagram Skematik Fungsi Dasar dan Cara Kerja SEM (Haryanto, 2016)

Dengan SEM ini kita bisa melihat gambar spesimen pengujian dengan perbesaran dari 20 kali sampai 500.000, SEM terdiri dari sebuah *senapan elektron* yang memproduksi *berkas elektron* pada tegangan di percepat sebesar 2-30 kV. *Berkas elektron* tersebut di lewatkan pada beberapa *lensa elektromagnetik* untuk menghasilkan gambar berukuran $<\sim$

10 nm pada sample yang di tampilkan dalam bentuk *film fotografi* ke dalam tabung layar. Sebelum melalui *lensa elektromagnetik* terahir, *scanning raster* mendeflesikan berkas *elektron* untuk menscan permukaan sample. Hasil *scan* ini tersinkronisasi dengan *tabung sinar katoda* dan gambar sample akan timbul pada area yang *discan*. Tingkat kontras yang tampak pada *sinar katoda* timbul karena hasil refleksi yang berbeda dari *sample*.

Sewaktu *berkas elektron* menumbuk permukaan *sample* sejumlah *elektron*, *emisi radiasi elektomagnetik* dari *sample* timbul pada panjang gelombang bervariasi, biasanya panjang gelombangnya adalah panjang gelombang cahaya tampak (*cathodoluminescence*) dan *sinar-x*. Cahaya yang dipancarkan kemudian diubah menjadi sinar listrik, dan diperbesar oleh *photomultiplier*. Setelah melalui proses pembesaran sinyal tersebut dikirim ke *grid sinar tabung katoda*. *SEM* dapat menghasilkan karakteristik 3 dimensi yang berguna untuk memahami struktur permukaan dari *sample* (Haryanto , 2016).