

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam metode pelapisan plastik ABS dengan *elektroplating* terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan, yaitu tingkat kekasaran permukaan, kekerasan bahan setelah proses pelapisan dan ketebalan lapisan *elektroplating*. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dari ketiga aspek itu ada elemen penting yang berpengaruh, yaitu elemen suhu. Dari beberapa penelitian sebelumnya, variasi suhu pelapisan pada proses *electroless plating* menghasilkan hasil yang berbeda.

Penelitian yang dilakukan oleh Nurhakim, dkk (2018) dengan judul pengaruh suhu dan waktu pemanasan terhadap karakteristik lapisan *electroless* Ni-P pada baja tahan karat martensik SS 420, menjelaskan bahwa seiring meningkatnya suhu dan waktu pemanasan akan menyebabkan butiran lapisan Ni-P yang terbentuk semakin seragam. Perlakuan panas juga menyebabkan komposisi nikel dan posfor akan semakin tinggi. Dengan meningkatnya suhu dan waktu pemanasan maka akan meningkatkan ketahanan material terhadap korosi. Variasi yang digunakan yaitu perlakuan panas dengan suhu 200°C, 300°C, 400°C dan 500°C, sedangkan variasi waktunya yaitu perlakuan panas selama 60 menit, 120 menit dan 180 menit. Hasil dari penelitiannya yaitu kandungan nikel dan posfor tertinggi dicapai dengan variasi perlakuan panas dengan suhu 400°C dan dalam waktu 180 menit.

Mujiarto (2005) menyatakan bahwa *Acrylonitrile butadiene styrene* (akrilonitril butadiene stirena, ABS) termasuk kelompok engineering thermoplastic yang berisi 3 monomer pembentuk. Akrilonitril memiliki sifat tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap panas. Butadiene memberi 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, mulai dari kilap tinggi sampai rendah dan dari yang mempunyai *impact resistance* yang tinggi sampai rendah. 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.

Menurut Zohari, A dan Kusmono (2013) Akrilonitril Butadiena Stirena (ABS) saat ini sangat banyak digunakan untuk pengganti kayu, kaca dan material logam, akan tetapi plastic ABS

memiliki kekurangan seperti kekerasan yang rendah, tidak tahan terhadap gesekan dan daya tahan panas yang rendah. Oleh karena itu dilakukan pelapisan terhadap plastic ABS. Teknik pelapisan yang digunakan yaitu *electroplating* dengan bahan pelapis krom. Variasi penelitian yang digunakan adalah kuat arus dan waktu pelapisan krom pada plastic ABS. dengan variasi arus 2, 4 dan 6 ampere dan waktu pelapisan 5, 10 dan 15 menit. Pada penelitian tersebut didapatkan hasil berupa peningkatan kekerasan, ketahanan aus dan kehalusan pada permukaan plastic ABS.

Menurut Hadi (2016), *elektroplating* merupakan proses pelapisan suatu logam secara elektrolisis melalui penggunaan aruslistrik searah dan larutan kimia. Pelapisan bertujuan membentuk permukaan dengan sifat satu dimensi yang berbeda dengan logam dasarnya. Terjadinya endapan pada proses disebabkan adanya ion-ion bermuatan listrik melalui elektrolit. Ion-ion pada elektrolit tersebut akan mengendap pada katoda. Selama proses pengendapan berlangsung, terjadi reaksi reduksi dan oksidasi yang diharapkan berlangsung terus menerus menuju arah tertentu secara tetap. Untuk itu diperlukan arus listrik searah dan tegangan yang konstan.

Penelitian yang dilakukan Alawy (2017) dengan judul “Pengaruh Variasi Waktu Pelapisan Khrom Pada Plastik ABS Dengan Metode *Elektroplating*”. Penelitian ini adalah penelitian eksperimental yang bertujuan mencari Pengaruh Variasi Waktu Pelapisan Khrom Pada Plastik Abs Dengan Metode Elektroplating, dengan Pengujian ketebalan lapisan khrom menggunakan 2 metode, yaitu secara teori dan pengamatan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM), hasil penelitian diperoleh waktu proses elektroplating sangat berpengaruh terhadap ketebalan lapisan elektroplating yang dihasilkan.

Waktu proses pelapisan paling singkat pada proses *elektroplating* ini adalah 3 menit menghasilkan ketebalan lapisan 0,539 mikron dan waktu paling lama proses elektroplating khrom ini adalah 5 menit dengan menghasilkan ketebalan lapisan 0,89 mikron. Pengukuran dengan menggunakan SEM memiliki selisih yang sedikit dibandingkan dengan pengukuran menggunakan teori. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Zohari pengujian SEM dan perhitungan secara teori memiliki perbedaan yang selisihnya sedikit. Hal tersebut terjadi karena waktu yang digunakan untuk perhitungan teori adalah waktu yang tidak sesuai dengan real time pada saat penelitian. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa lamanya proses pelapisan akan berpengaruh terhadap ketebalan lapisan yang dihasilkan.

2.2 Landasan Teori

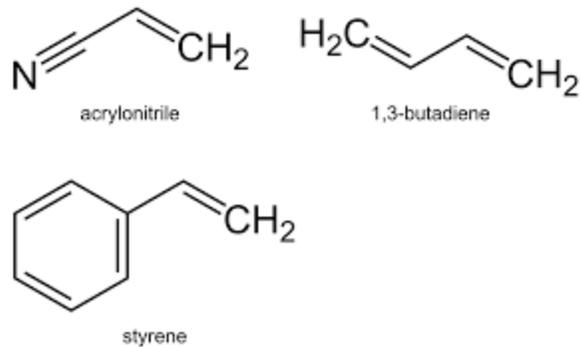
2.2.1 Akrilonitril Butadiene Stirena (ABS)

Plastik ABS, singkatan dari Acrylonitrile Butadiene Styrene, termasuk dalam kategori thermoplastic yang mengandung acrylonitrile, butadiene dan styrene. Plastik ABS dapat dicetak untuk menghasilkan bentuk yang diinginkan dengan cara injection molding dan dapat dielektroplating dengan terlebih dahulu dilakukan tahap metalisasi. Di pasaran, jenis plastik ABS ada beberapa macam dan tidak semua plastik ABS dapat diproses elektroplating. Agar tidak mengalami kegagalan saat diproses elektroplating maka pilihlah jenis plastik ABS dengan grade elektroplating.

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

Menurut Mujiarto (2005), *Akrilonitril Butadiene Stirena* (ABS) merupakan kelompok *engineering thermoplastic* yang berisi 3 monomer pembentuk. Akrilonitril bersifat tahan terhadap bahan kimia dan stabil terhadap panas. Butadiene memberi 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

Plastik ABS memiliki rumus kimia $(C_8H_8 \cdot C_4H_6 \cdot C_3H_3N)_n$ seperti yang ditunjukkan Gambar 2.1. perbandingan komposisi dapat bervariasi mulai dari 15-35% akrilonitril, 5 sampai 30% butadiene dan 40 sampai 60% stirena.



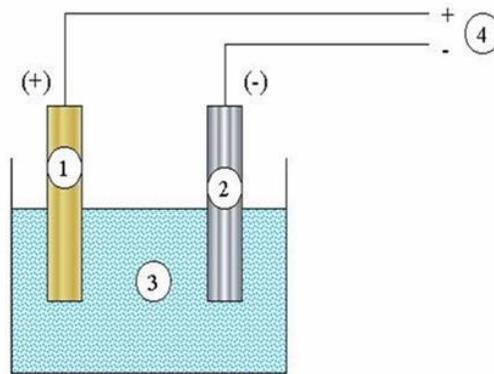
Gambar 2.1 Rumus kimia Akrinitril Butadiene Stirena (Olivera,dkk., 2016)

Menurut Mujiarto (2005), ABS dapat di proses dengan teknik cetak ekstrusi, injeksi, thermoforming, roto moulding, cetak tiup dan cetak kompresi. Akrilonitril bersifat stabil terhadap panas dan tahan terhadap bahan kimia, butadiena bersifat dapat memberikan perbaikan dalam sifat ketahanan pukul dan liat. Stirena mengatur kekakuan (*rigidity*) sehingga plastik mudah diproses. Plastik ABS dapat dicetak untuk menghasilkan bentuk yang diinginkan dengan cara injection molding dan dapat dielektroplating dengan terlebih dahulu dilakukan tahap metalisasi. Ada berbagai macam kualitas plastik ABS dan sifat yang bervariasi, mulai dari tingkat kilap, ketahan impact, ketahanan temperatur dan lain sebagainya tergantung bahan aditif yang ditambahkan didalamnya. Permukaan plastik ABS mudah di etsa secara kimiawi, dengan kondisi tersebut mengakibatkan permukaan plastik memiliki daya lekat (*adhesive*) yang tinggi terhadap lapisan logam yang menempel pada permukaan plastik ABS.

2.2.2 Elektroplating

Proses *elektroplating* merupakan proses menempelkan logam pada permukaan benda secara elektrokimia. Syarat utama agar suatu benda dapat dielektroplating yaitu benda tersebut harus memiliki permukaan yang bersifat konduktor (penghantar arus listrik yang baik). *Plating* merupakan salah satu cara menanggulangi korosi pada logam serta berfungsi juga sebagai ketahanan bahan. *Plating* juga memberikan nilai estetika pada logam atau plastik ABS yang telah dilapisi, yaitu warna dan tekstur tertentu, dan juga untuk mengurangi tahanan kontak serta

meningkatkan konduktivitas permukaan atau daya pantul. Sebelum dilakukan proses pelapisan pada bahan dasar, permukaan logam terlebih dahulu harus disiapkan untuk menerima adanya lapisan. Tujuan persiapan ini adalah untuk meningkatkan daya ikat antara lapisan dengan bahan yang akan dilapisi. Bahan dasar dengan permukaan yang ideal adalah permukaan yang seluruhnya mengandung atom bahan tersebut tanpa adanya kandungan 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. Pada dasarnya proses *elektroplating* mencakup empat hal, yang meliputi pembersihan, pembilasan, pelapisan serta proteksi setelah pelapisan. Keempat hal tersebut bisa dilakukan secara manual ataupun menggunakan tingkat otomatisasi yang lebih tinggi. Skema pelapisan logam secara *electroplating* dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini:



Gambar 2.2 Skema pelapisan logam secara listrik (*elektroplating*)
(Sumber : Wahyudi., S, 2005)

Keterangan :

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

Elektroplating termasuk dalam proses elektrolisa yang biasanya dilakukan dalam bejana sel elektrolisa dan berisi cairan elektrolit. Paling sedikit tercelup dua elektrode pada cairan tersebut. Setiap elektrode dihubungkan dengan arus listrik yang terbagi menjadi kutub positif (anoda) dan juga kutub negatif (katoda). Pada proses elektrolisa terjadi reaksi oksidasi dan reduksi. Prinsip dasar pelapisan logam secara listrik ini yaitu penempatan ion-ion logam yang ditambah elektron pada logam yang dilapisi, dimana ion-ion logam tersebut didapat dari anoda dan elektrolit yang

digunakan. Adanya arus listrik yang mengalir dari sumber maka elektron dialirkan melalui elektrode positif (anoda) menuju elektrode negatif (katoda) dan dengan adanya ion-ion logam yang didapat dari elektrolit sehingga menghasilkan logam yang melapisi permukaan logam yang lain yang dilapisi.

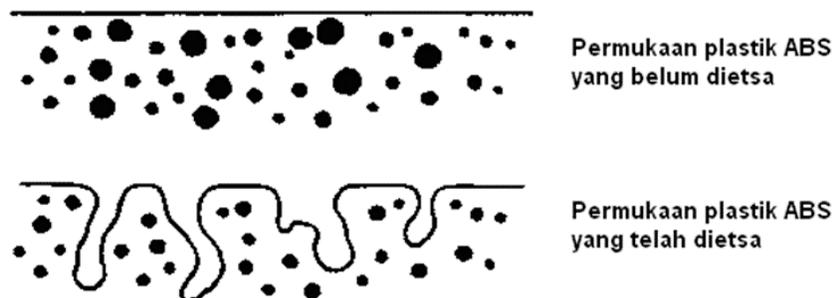
2.2.3 *Elektroless Plating*

Fungsi tahap *elektroless plating* adalah untuk menghasilkan lapisan logam yang akan menjadi lapisan dasar yang konduktor agar benda kerja dapat terlapisi logam di tahap *elektroplating*. Metoda *elektroless 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 *elektroless plating* maka pada daerah tersebut sudah dapat dipastikan tidak akan terbentuk lapisan logam saat tahap elektroplating dilakukan. Jenis *elektroless plating* yang dapat diterapkan setelah tahap katalisasi palladium adalah:

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

2.2.4 Etsa

Fungsi tahap *chemical etching* atau etsa adalah mengikis permukaan plastik ABS agar terbentuk pori-pori. Fungsi dari pori-pori tersebut adalah untuk meningkatkan daya lekat lapisan dan lebih memudahkan terbentuknya lapisan. Larutan yang digunakan pada proses ini adalah *Chromic Acid*, Asam Sulfat (H_2SO_4) dan Aqua DM. Proses ini sangat berpengaruh terhadap proses katalisasi palladium dan elektroless nikel ditunjukkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Permukaan plastik ABS sebelum dan sesudah proses etsa
(Sumber : Wahyudi., S, 2005)

2.2.5 Netralisasi

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

2.2.6 Katalisasi palladium

Fungsi tahap katalisasi yaitu untuk menghasilkan permukaan plastik ABS yang bersifat katalis. Permukaan plastik yang bersifat katalis adalah jika pada permukaan plastik tersebut telah terlapisi Palladium. Indikasi telah menempelnya Palladium adalah terdapatnya lapisan tipis kehitaman pada permukaan plastik ABS yang sudah dibilas. Permukaan plastik yang bersifat katalis sangat mutlak diperlukan agar pada saat benda kerja berada di tahap *elektroles plating*, pada permukaannya dapat terbentuk lapisan logam.

2.2.7 Akselerasi

Fungsi tahap akselerasi adalah :

1. Melarutkan lapisan tipis Sn (timah) yang menutupi lapisan Pd (palladium). Lapisan tipis 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 *elektroles plating* berlangsung. Dengan dihilangkannya lapisan tipis Sn tersebut maka permukaan plastik benar-benar bersifat katalis sehingga mudah untuk dilapisi logam saat berada di tahap elektroles plating.
2. Menghilangkan bahan pencemar logam yang masih berada di permukaan benda kerja. Keberadaan bahan pencemar logam tersebut dapat mengurangi efektivitas reaksi di tahap *elektroles plating* dan dapat mempercepat rusaknya larutan *elektroles plating*.

2.2.8 Faktor-Faktor yang dapat Mempengaruhi Kualitas Lapisan *Elektroplating*

1. Kerapatan arus

Yaitu arus yang tinggi pada saat arus diperkirakan masuk, bagaimanapun nilai kerapatan arus mempengaruhi waktu plating untuk mencapai ketebalan yang diperlukan.

2. Suhu

Suhu yang digunakan sangat penting untuk menyeleksi jalannya reaksi dan melindungi pelapisan. Keseimbangan suhu ditentukan oleh beberapa faktor yang meliputi ketahanan, jarak anoda dan katoda.

3. Konsentrasi ion

Konsentrasi ion merupakan struktur deposit, naiknya konsentrasi logam dapat menaikkan seluruh kegiatan anion yang dapat membantu mobilitas ion.

4. Agitasi

Agitasi adalah 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 sama.

5. Konduktifitas

Konsentrasi ion yang besar atau jumlah konsentrasi molekul tergantung dari konduktifitas larutan.

6. Nilai pH

Salah satu faktor penting dalam mengontrol larutan *elektroplating* adalah derajat kesamaan (pH).

7. Pasifitas

Pada logam yang mengalami korosi akan membentuk lapisan pasif. Jika hal ini terjadi pada anoda, maka akan menyebabkan penurunan ion-ion logam pelapis secara terus menerus, sehingga akan mengganggu proses pelapisan.

8. Waktu pelapisan

Waktu pelapisan sangat berpengaruh terhadap ketebalan lapisan yang diharapkan (Saleh, 1990).

2.2.9 Logam Pelapis

Menurut Sutomo (2010) Logam pelapis merupakan logam yang digunakan untuk melapisi material tertentu. Fungsi utama dari logam pelapis adalah untuk mengubah atau membuat kualitas permukaan suatu benda menjadi lebih baik. Misalnya membuat benda atau material menjadi lebih tahan korosi dan memiliki tampilan yang lebih baik, lebih tahan terhadap abrasi, lebih keras, dan menambah kualitas lainnya. Dengan demikian benda yang telah dilapisi oleh logam pelapis akan memiliki sifat fisis dan mekanis yang lebih baik dari sebelumnya (Fadillah 2018).

Dibidang industri ada beberapa macam logam pelapis yang sering digunakan dalam proses pelapisan secara *electroplating* yaitu, tembaga (Cu), Nikel (Ni) dan Krom (Cr). Pemilihan logam pelapis harus dipertimbangkan atau diperhitungkan dengan cermat agar memberikan keuntungan,

mengingat hal tersebut dapat meningkatkan distribusi endapan, mengurangi kontaminasi larutan, menghemat biaya bahan kimia, meningkatkan efisiensi dalam proses pelapisan (Andinata., dkk, 2012). Menurut Fadillah (2018) para peneliti mengincar material yang dapat digunakan sebagai pelapis dengan ketebalan yang tipis namun memiliki fungsi yang kompleks, seperti tahan korosi, murah dan memiliki tampilan yang menarik.

Khrom (*chromium*) merupakan suatu logam *non ferro* yang dalam tabel periodik termasuk dalam grup IV B. Pada tahun 1930, proses pelapisan krom mulai dikenal secara luas pada industri logam sebagai lapisan lindung atau pengerjaan permukaan (*surface treatment/ metal finishing*) dan krom merupakan lapisan yang mempunyai sifat yang keras, berwarna putih kebiru-biruan, dan tahan terhadap efek kekusaman yang tinggi. Selain nikel maka pelapisan khrom banyak dilaksanakan untuk mendapatkan permukaan yang lebih menarik. Kelebihan pelapisan krom adalah memiliki sifat khas yaitu sangat tahan karat. mempunyai kelebihan tersendiri bila dibandingkan dengan pelapisan lainnya. Selain sifat dekoratif dan atraktif dari pelapisan khrom tersebut, keuntungan lain dari pelapisan khrom adalah dapat dicapainya hasil pelapisan yang keras. Sumber logam khrom diperoleh dari asam khrom, tapi dalam perdagangan yang tersedia adalah khrom oksida (Cr_2O_3) sehingga terdapatnya asam khrom adalah pada waktu khrom oksida bercampur dengan air $\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CrO}_4$ (1) Ditinjau dari sifat dan pemakaian lapisan krom dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu pelapisan krom dekoratif dan proses pelapisan krom keras (*hard chromium / industrial chromium*).

a. Khrom Dekoratif

Khrom dekoratif memiliki ciri lapisan yang tipis, dengan menitikberatkan pada segi tampak rupa yang lebih menarik, permukaannya halus tanpa noda, tidak mudah pudar, serta dapat menambah daya tahan terhadap korosi.

b. Khrom Keras

Khrom keras memiliki ciri lapisan yang lebih tebal, dan banyak digunakan untuk benda-benda yang karena penggunaannya memerlukan sifat mekanik tertentu. Sifat yang paling penting dalam lapis krom keras adalah kekerasan, daya lekat, daya tahan korosi.

2.2.10 Pengujian Kekerasan

Kekerasan merupakan kemampuan suatu material untuk menahan deformasi plastis yang sifatnya terlokalisasi pada suatu material yang dapat disebabkan oleh tusukan maupun goresan. Suatu material yang akan mengalami pergesekan perlu diketahui nilai kekerasannya. Pada

umumnya kekerasan menyatakan ketahanan terhadap deformasi. Deformasi plastis sendiri merupakan suatu keadaan dari material ketika material tersebut diberikan gaya maka material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asalnya (Haryanto, 2016). Alat untuk menguji kekerasan ada berbagai macam dan digunakan untuk berbagai jenis material, salah satunya yaitu *Shore Durometers Hardness Tester*. *Shore Durometers Hardness Tester* merupakan alat uji untuk mengetes kekerasan material jenis *rubber* dan *plastic*, sebenarnya dia termasuk dalam aplikasi *portable hareness tester* karena jenis dan bentuknya dan fungsi penggunaannya berbeda. Pada dasarnya prinsip yang digunakan untuk mengukur kekerasan yaitu mengukur kekuatan perlawanan dari penetrasi jarum ke dalam bahan uji.

2.2.11 Pengujian Ketebalan Lapisan

1. Mikroskop Optik

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

2. *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Merupakan mikroskop yang menggambar spesimen dengan cara memindai spesimen tersebut dengan sinar elektron berenergi tinggi. Elektron berinteraksi dengan atom-atom sehingga spesimen menghasilkan sinyal yang mengandung informasi tentang fotografi permukaan spesimen, komposisi, dan karakteristik lainnya seperti konduktivitas listrik. Gambar 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 elektron *SEM* biasanya berupa filamen dengan bahan kawat tungsten atau berupa jarum dari paduan *Lantanum Hexaboride (LaB6)* atau *Cerium Hexaboride (CeB6)*, kedua bahan ini dapat menyediakan berkas electron yang teoretis memiliki energi tunggal (monokromatik) (Agus Sujatno *et al*, 2015).

2.2.12.1 Pengujian Kekasaran

Kekasaran merupakan ketidakraturan konfigurasi dan penyimpangan rata-rata aritmetik dan garis rata-rata permukaan yang terlihat pada profil permukaan (Fariza, 2016). Profil permukaan terdiri dari beberapa jenis diantaranya : Profil *Geometric ideal* yaitu garis permukaan sempurna dapat berupa garis lengkung abusur, lurus Karakteristik suatu permukaan memegang peranan penting dalam perancangan komponen mesin atau peralatan. Dalam beberapa hal, kekasaran permukaan perlu dinyatakan sejelas-jelasnya terutama jika berhubungan dengan bertemunya 2 komponen mesin dalam suatu sistem. 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. Beberapa standar pengukuran yang umum digunakan dalam pengukuran kekasaran permukaan adalah Ra, Rb, atau Rmax dan satuan kekasaran berupa μm .