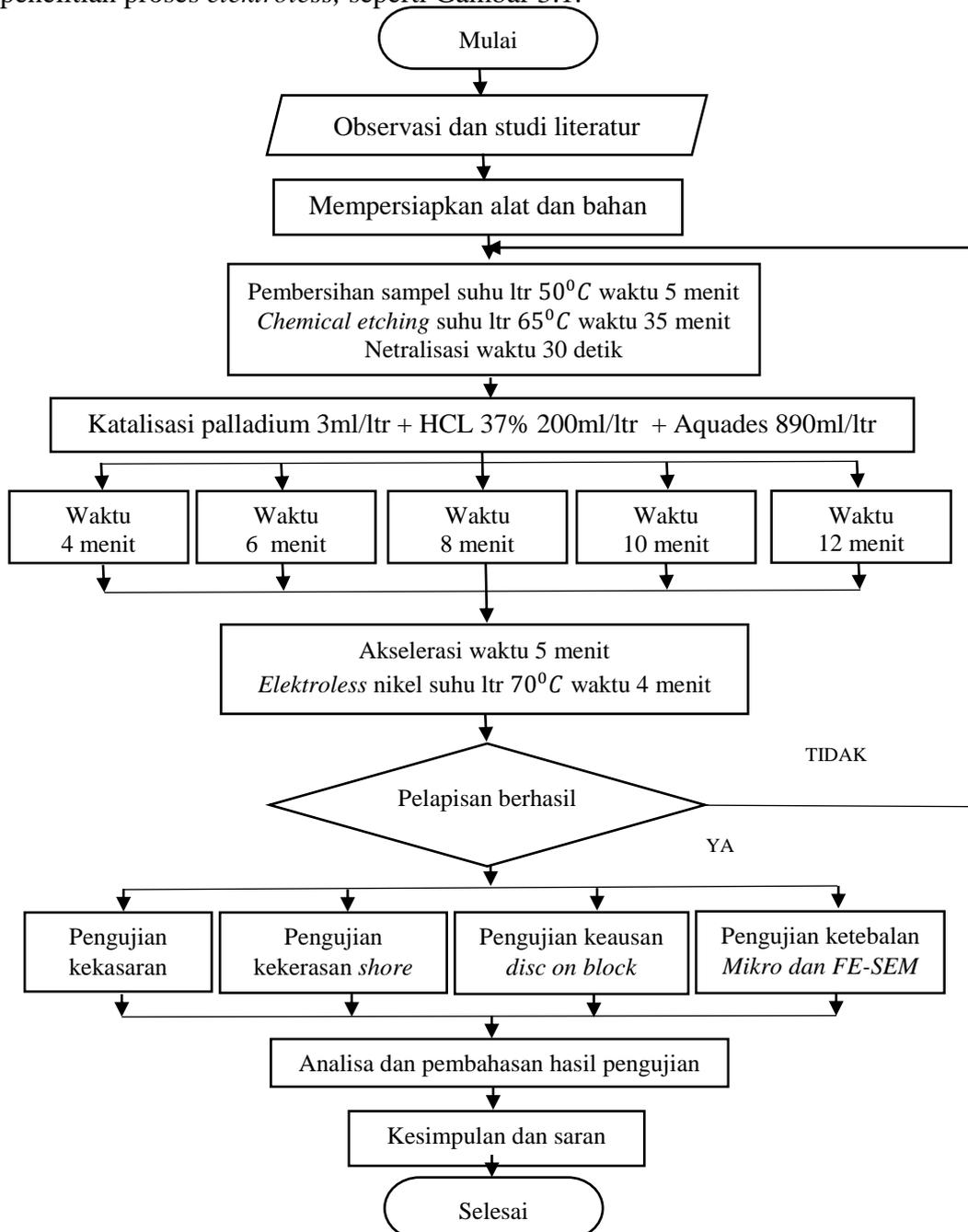


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian

Untuk mempermudah penelitian proses *elektroless* maka dibuat diagram alir penelitian proses *elektroless*, seperti Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

3.2. Tempat Penelitian

Proses pelapisan plastik ABS menggunakan metode *electroless* pengukuran kekasaran serta ketebalan lapisan nikel dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Untuk pengujian kekerasan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gajah Mada. Untuk pengujian keausan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Teknik Teknik Mesin Universitas Gajah Mada. Untuk pengujian SEM dilaksanakan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Gunung Kidul, Yogyakarta.

3.3. Alat Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan alat untuk membantu proses penelitian yang terdiri dari :

3.3.1. Gelas *Pyrex*

Gelas *pyrex* adalah gelas ukur yang terbuat dari kaca yang sering digunakan percobaan ilmiah, terutama dalam laboratorium kimia dan biologi. Beberapa peralatan tersebut sekarang ada yang telah dibuat dari plastik, namun peralatan kaca masih sering digunakan oleh karena sifat kaca yang inert, transparan, dan tahan panas. Pada penelitian ini gelas *pyrex* digunakan sebagai media penghantar panas dari *heater* ke larutan pada proses pembersihan permukaan, *etching* dan *elektroless* karena gelas *pyrex* mempunyai ketahanan panas yang cukup tinggi. Pada penelitian ini menggunakan 3 gelas *pyrex* yang dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah.



Gambar 3.2. Gelas pyrex

3.3.2. Heater

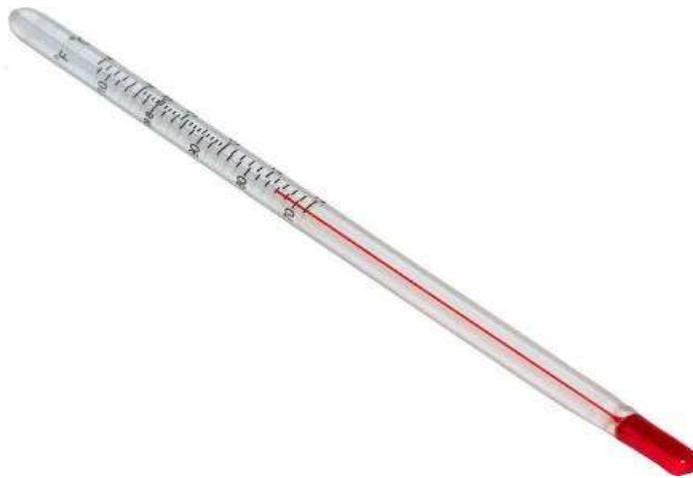
Heater yang digunakan dalam penelitian ini adalah kompor listrik sebagai sumber panas untuk menaikkan suhu operasional larutan. Pada penelitian ini menggunakan 3 kompor listrik seperti yang terlihat pada Gambar 3.3, karena hanya pada proses perbersihan *etching* dan *elektroless* yang membutuhkan suhu tinggi untuk mempercepat proses reaksi.



Gambar 3.3. Kompor listrik

3.3.3. *Thermometer*

Thermometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu (temperatur), atapun perubahan suhu. Karena terbatasnya *thermometer* untuk mengukur suhu larutan, jadi pada penelitian ini menggunakan *thermometer* untuk membantu mengukur suhu larutan untuk mencapai suhu operasional dari masing-masing larutan. *Thermometer* dapat dilihat dari Gambar 3.4 dibawah.



Gambar 3.4. *Thermometer*

3.3.4. Alat Pendukung

Pada penelitian ini membutuhkan alat pendukung karena menggunakan larutan kimia yang dipanaskan. Untuk membantu proses berlangsungnya penelitian dengan aman maka diperlukan *stopwatch*, sarung tangan, dan masker respiro seperti pada Gambar 3.5.



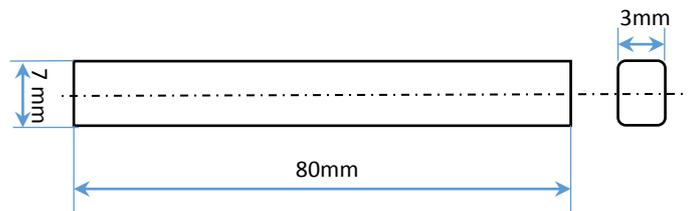
Gambar 3.5. Alat pendukung penelitian

3.4. Bahan Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan :

3.4.1. Plastik ABS

Pada penelitian ini menggunakan plastik ABS sebagai benda spesimen dengan ukuran 80 mm x 7 mm x 3 mm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Spesimen plastik ABS

3.4.2. Kawat tembaga

Kawat tembaga digunakan sebagai penggantung benda spesimen agar mudah digerakkan pada saat pencelupan. Kawat tembaga dibentuk sedemikian rupa pada spesimen sehingga spesimen dapat digerakkan, karena pada proses *pre-treatment* dan *electroless plating* benda spesimen harus digerakkan agar pelapisan terjadi reaksi secara merata pada bagiannya seperti pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Kawat tembaga

3.4.3. Larutan Yang Digunakan

3.4.3.1. Larutan *Soak cleaning*

1. PS clean 1 : 65 gr.
2. Aqua DM : Ditambahkan hingga volume mencapai 1 L.

Penggunaan larutan

1. Suhu larutan : 50 – 70⁰C.
2. Waktu proses : 2 – 10 menit.
3. Ruangan : Berventilasi baik atau dilengkapi dengan *exhaust*.

3.4.3.2. Larutan *Chemical etching*

1. Chromic acid : 550 gr.
2. Asam sulfat : 180 ml.
3. Aqua DM : Ditambahkan hingga volume mencapai 1 L.

Penggunaan larutan

1. Suhu larutan : 60 - 70⁰C.
2. Waktu proses : 30 – 60 menit.
3. Ruangan : Berventilasi baik atau dilengkapi dengan *exhaust*.

3.4.3.3. Larutan Netralisasi

1. Asam khlorida : 100 ml.
2. Aqua DM : Ditambahkan hingga volume mencapai 1 L.

Penggunaan larutan

1. Suhu larutan : Ruangan.
2. Waktu proses : 0,5 – 1 menit.
3. Ruangan : Berventilasi baik atau dilengkapi dengan *exhaust*.

3.4.3.4. Larutan *Pre dip*

3. PS *Pre dip* A : 100 ml.
4. Aqua DM : Ditambahkan hingga volume mencapai 1 L.

Penggunaan larutan

4. Suhu larutan : Ruangan.
5. Waktu proses : 0,5 – 1 menit.
6. Ruangan : Berventilasi baik atau dilengkapi dengan *exhaust*.

3.4.3.5. Larutan Katalisasi Palladium

1. PS katalis 1A : 3 ml.
2. Asam khlorida 37% : 120 - 200 ml.
3. Aqua DM : Ditambahkan hingga volume mencapai 1 L.

Penggunaan larutan

1. Suhu larutan : Ruangan.
2. Waktu proses : 5 – 10 menit.
3. Ruangan : Berventilasi baik atau dilengkapi dengan *exhaust*.

3.4.3.6. Larutan *Acceleration*

1. Ps akselerator A : 210 ml.
2. Aqua DM : Ditambahkan hingga mencapai volume 1 L.

Penggunaan larutan

1. Suhu larutan : Ruangan.
2. Waktu proses : 5 – 10 menit.
3. Ruangan : Berventilasi baik atau dilengkapi dengan *exhaust*.

3.4.3.7. Larutan *Electroless Nickel*

1. PS elesni 2 – A / EN – A : 80 ml.
2. PS elesni 2 – B / EN – B : 150 ml.
3. Aqua DM : Ditambahkan hingga mencapai volume 1 L.

Penggunaan larutan

1. Suhu larutan : 65 – 85⁰C.
2. Waktu proses : 5 – 20 menit.
3. Ruangan : Berventilasi baik atau dilengkapi dengan *exhaust*.

3.5. Tahapan Penelitian

Berikut merupakan tahapan proses pelapisan nikel dengan metode *elektroless* pada plastik ABS :

Tabel 3.1. Tahapan Pembuatan Spesimen

Tahapan	Waktu	Suhu	Proses
1. <i>Soak cleaning</i>	5 menit	50°C	PREPARASI PERMUKAAN
2. <i>Rinse</i>	30 detik	Ruangan	
3. <i>Chemical etching</i>	35 menit	65°C	
4. <i>Rinse</i>	30 detik	Ruangan	
5. Netralisasi	1 menit	Ruangan	
6. <i>Rinse</i>	30 detik	Ruangan	
7. <i>Pre dip</i>	1 menit	Ruangan	KATALISASI PALLADIUM + ELEKTROLES PLATING (METALISASI)
8. <i>Rinse</i>	30 detik	Ruangan	
9. Katalisasi palladium	4, 6, 8, 10, 12 menit	Ruangan	
10. <i>Rinse</i>	5 detik	Ruangan	
11. <i>Acceleration</i>	5 menit	Ruangan	
12. <i>Rinse</i>	5 detik	Ruangan	
13. <i>Elektroles plating (nikel)</i>	4 menit	70°C	
14. <i>Rinse</i>	30 detik	Ruangan	

3.5.1. Tahap Pembersihan Permukaan

Pembersihan permukaan benda spesimen menggunakan larutan *soak cleaning* yang terbuat dari PS clean 1 berupa sodium karbonat (Na_2CO_3) dan trisodium phospot (Na_3PO_4) ditambahkan aquades hingga 1 liter. Dipanaskan

pada temperature 50°C dengan waktu proses 5 menit, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8. Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan berbagai bahan pengotor dan membersihkan permukaan plastik ABS.



Gambar 3.8. Proses pembersihan permukaan

3.5.2. Tahap *Chemical Etching*

Chemical Etching berfungsi untuk membentuk pori-pori serta membuat permukaan menjadi kasar dalam skala mikro pada permukaan plastik ABS dengan cara mengikis permukaan menggunakan larutan kimia berupa asam kromat atau kromium. Hal ini akan meningkatkan adhesi mekanik menjadi lebih baik, mengubahnya sifat permukaan dari bahan hidrofobik menjadi bahan hidrofilik dan menciptakan pori-pori mikro yang bertindak sebagai tempat ikatan antara substrat

plastik dan logam (Olivera, 2015). Tahap ini menggunakan larutan *chemical etching* berupa asam kromat (H_2CrO_4) 300 gr dan asam sulfat (H_2SO_4) 180ml ditambahkan aquades hingga 1 liter dengan suhu antara $65^{\circ}C$ dengan waktu 35 menit. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Proses *Chemical Etching*

3.5.3. Netralisasi

Fungsi tahap netralisasi adalah untuk menghilangkan sisa-sisa kromium dari proses *chemical etching* yang masih mengendap pada pori-pori permukaan plastik ABS. Hal ini diperlukan sebab terdapatnya sisa kromium dapat

menghambat proses *electroless* (Equbal & Kumar, 2014). Tahap ini menggunakan larutan netralisasi berupa asam klorida 100 ml dan ditambahkan aquades hingga 1 liter dengan suhu ruangan dan waktu proses 1 menit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10. Proses Netralisasi

3.5.4. *Pre dip*

Fungsi tahap *pre dip* adalah untuk benar - benar menghilangkan bekas larutan *chemical etching* yang masih ada di permukaan plastik ABS secara menyeluruh serta meningkatkan efisiensi reaksi kimia pada tahap katalisasi. Bahan serta kondisi larutan yang digunakan yaitu PS *Pre dip* A yang terbuat dari HCl 37% sebanyak 100ml dan ditambahkan aquades hingga 1 liter pada suhu ruangan dan waktu proses 1 menit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11. Proses *Pre dip*

3.5.5. Katalisasi Palladium

Fungsi tahap katalisasi adalah untuk menghasilkan permukaan plastik ABS yang bersifat katalis. Permukaan plastik dinyatakan telah bersifat katalis jika permukaan plastik tersebut terlapisi palladium. Bahan yang digunakan yaitu PS katalis 1A terbuat dari campuran $\text{PdCl}_2/\text{SnCl}_2$ sebanyak 3ml. Bahan ini kemudian dicampur HCl 37% sebanyak 200 ml dan ditambahkan aquades hingga larutan menjadi 1 liter, dengan suhu ruangan dan waktu proses 4, 6, 8, 10, dan 12 menit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3,12. Perlu diketahui bahwa HCl 37% sebaiknya dilarutkan terlebih dahulu dengan aquades baru kemudian dicampur dengan PS katalis 1A.



Gambar 3.12. Proses katalisasi palladium

3.5.6. Akselerasi

Tahap akselerasi berfungsi untuk melarutkan dan menghilangkan lapisan timah tipis yang menutupi palladium. Lapisan timah dapat menghambat bagi terbentuknya lapisan logam pada saat *electroless plating* berlangsung. Fungsi lainnya yaitu untuk membersihkan pencemar yang masih berada di permukaan benda kerja yang dapat mengurangi efektivitas reaksi ketika proses *electroless plating* dan dapat merusak kualitas. Tahapan ini menggunakan larutan PS akselerator A berupa campuran sodium hydroxida (NaOH), tembaga sulfat (CuSO_4) dan *ethylenediaminetetraacetic acid* disodium (EDTANa_2) sebanyak 210 ml dengan suhu ruangan dan waktu proses 5 menit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13. Proses akselerasi

3.5.7. *Electroless Plating*

Pada tahap ini proses pelapisan logam dilakukan sehingga spesimen plastik menjadi memiliki sifat logam. Proses pelapisan menggunakan larutan berupa campuran nikel sulfat (NiSO_4), amonium klorida (NH_4Cl), sodium hydrogen phosphate (Na_2HPO_4), dan sodium hidroksida (NaOH) dicampur aquades hingga 1 liter dengan suhu 70°C dan waktu proses 4 menit seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14. Proses *elektroless* nikel

3.6. Pegujian Kekasaran Permukaan

Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan menggunakan alat *Surface Roughness Tester* DR220. Satuan kekasaran berupa μm dapat diukur menggunakan alat *surface roughness tester* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15. Alat ukur kekasaran *Surface Roughness Measurement*.

Tahapan pengujian yaitu ketika akan mengukur kekasaran permukaan spesimen, dial indicator diatur sehingga ujung dial indicator dalam posisi stabil terhadap permukaan spesimen. Pada saat pengambilan data, dial indicator akan bergerak konstan sesuai dengan sumbu horizontal sejajar benda uji sehingga akan didapat hasil kekasaran permukaan yaitu Ra, Rb, dan Rmax dalam satuan μm .

3.7. Pengujian Keausan

Keausan merupakan hilangnya suatu bahan dari permukaan material yang disebabkan adanya perbedaan mekanisme dan terbentuk oleh beberapa parameter yang bervariasi meliputi bahan, lingkungan, kondisi operasi, dan geometri permukaan benda yang mengalami keausan (Nurdiansyah, 2011).

Pengujian keausan dilaksanakan di Laboratorium Bahan Teknik Teknik Mesin Universitas Gajah Mada menggunakan metode Ogoshi dengan

menggunakan alat pada Gambar 3.16, spesimen akan diberi beban gesek dari cincin yang diputar (*revolving disc*). Pembebanan ini akan menghasilkan kontak berulang-ulang pada spesimen sehingga sebagian material yang ada permukaan benda uji terlepas. Besarnya jejak permukaan yang muncul pada permukaan spesimen menjadi penentu dari keausan material.



Gambar 3.16. Alat Uji Keausan *Riken-Ogoshi's Universal Wear*

3.8. Pengujian Kekerasan

Pengujian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Teknik Teknik Mesin sekolah Vokasi Universitas Gajah Mada. Pengujian kekerasan menggunakan berbagai macam alat tergantung jenis materialnya, salah satunya seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.17 adalah *Shore Durometers Hardness Tester* yang biasa digunakan untuk polimer.



Gambar 3.17. Alat ukur kekerasan *Shore Durometers Hardness Tester*

Shore Durometers Hardness Test atau yang biasa disebut dengan *durometer tes* ini mengukur dalamnya lekukan yang timbul akibat tekanan yang diberikan. Ada 2 tipe *Shore Durometers* yang umum digunakan, yaitu Shore tipe A dan tipe D. Shore tipe A digunakan untuk mengukur material yang tidak keras seperti karet, kulit dan wax. Sedangkan Shore tipe D untuk mengukur material yang keras seperti ebonite, resin keras, akrilik, kaca, piringan cetak dan fiber.

Untuk pengujian ini menggunakan shore tipe D karena yang akan diukur merupakan plastik ABS berlapis nikel. Prinsipnya yaitu mengukur kekerasan dengan menghitung resistansi material dari penetrasi yang diberikan oleh jarum ke dalam spesimen dengan beban yang sudah diinginkan. Hasil yang diperoleh dari tes ini adalah nilai kekerasan dalam skala *Shore*.

3.9. Pengujian Struktur Lapisan

Lapisan *elektroless* nikel dapat dilihat dengan pengamatan visual, yaitu dengan dilakukannya foto mikro terhadap spesimen yang telah dilapis menggunakan alat *Metallurgical Microscope Olympus BX53M*, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.18.

Pengukuran ketebalan lapisan dilaksanakan pada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian bertujuan untuk

melihat struktur lapisan mikro ketebalan lapisan nikel pada lapisan spesimen setelah di proses *electroless plating* nikel untuk melihat tebal lapisan yang dihasilkan.



Gambar 3.18. Alat struktur lapisan *Metallurgical Microscope Olympus BX53M*

Sebelum dilakukan pengujian struktur mikro benda kerja di *mounting* terlebih dahulu. Fungsi *mounting* adalah untuk mempermudah melakukan pengamatan foto struktur lapisan mikro pada saat pengujian berlangsung. Adapun persiapan benda kerja sebelum pengujian struktur mikro yaitu :

- a. Benda kerja di *mounting* dalam kotak akrilik yang dibuat menggunakan resin dan katalis sebagai pemegang pada saat pengujian berlangsung.
- b. Pengamplasan permukaan benda kerja dilakukan secara berurutan dengan menggunakan amplas 100, 180, 400, 600, dan 1000. Pada saat pengamplasan digunakan air agar mengurangi panas yang timbul akibat pengamplasan yang dapat menyebabkan perubahan struktur lapisan mikro.
- c. Setelah mendapatkan permukaan yang halus, maka selanjutnya dilakukan *polishing* dengan menggunakan permukaan benda kerja karena akan mengotori permukaan yang telah di *polish*.
- d. Foto lapisan dilakukan dengan perbesaran 200X lalu membandingkan ketebalan lapisan nikel spesimen satu dengan yang lainnya dalam skala μm .

3.10. Pengujian *Scanning Electron Microscope*

Untuk pengujian menggunakan SEM dilaksanakan di Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Gunung Kidul, Yogyakarta. Pengamatan menggunakan SEM bertujuan untuk mengamati struktur lapisan mikro dari penampang melintang spesimen, sehingga akan terlihat bagaimana kerekatan antara pelapis nikel terhadap material plastik. seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.19.

Pengujian SEM memerlukan permukaan spesimen yang konduktif untuk mencegah terjadinya akumulasi statis elektron atau menumpuknya elektron pada spesimen yang menyebabkan gambar tidak terlihat dengan baik (Nugroho, 2012).



Gambar 3.19. Alat uji SEM

Percobaan pertama gambar spesimen yang dihasilkan tidak jelas. Maka kemudian spesimen dilapisi oleh logam mulia berupa emas (aurum) menggunakan *Ion Sputter coater* yang bertujuan untuk memperbesar kontras antara spesimen yang akan diamati dan menghilangkan elektron yang menggumpal pada permukaan spesimen yang menyebabkan gambar tidak jelas dengan lingkungan sekitar.