

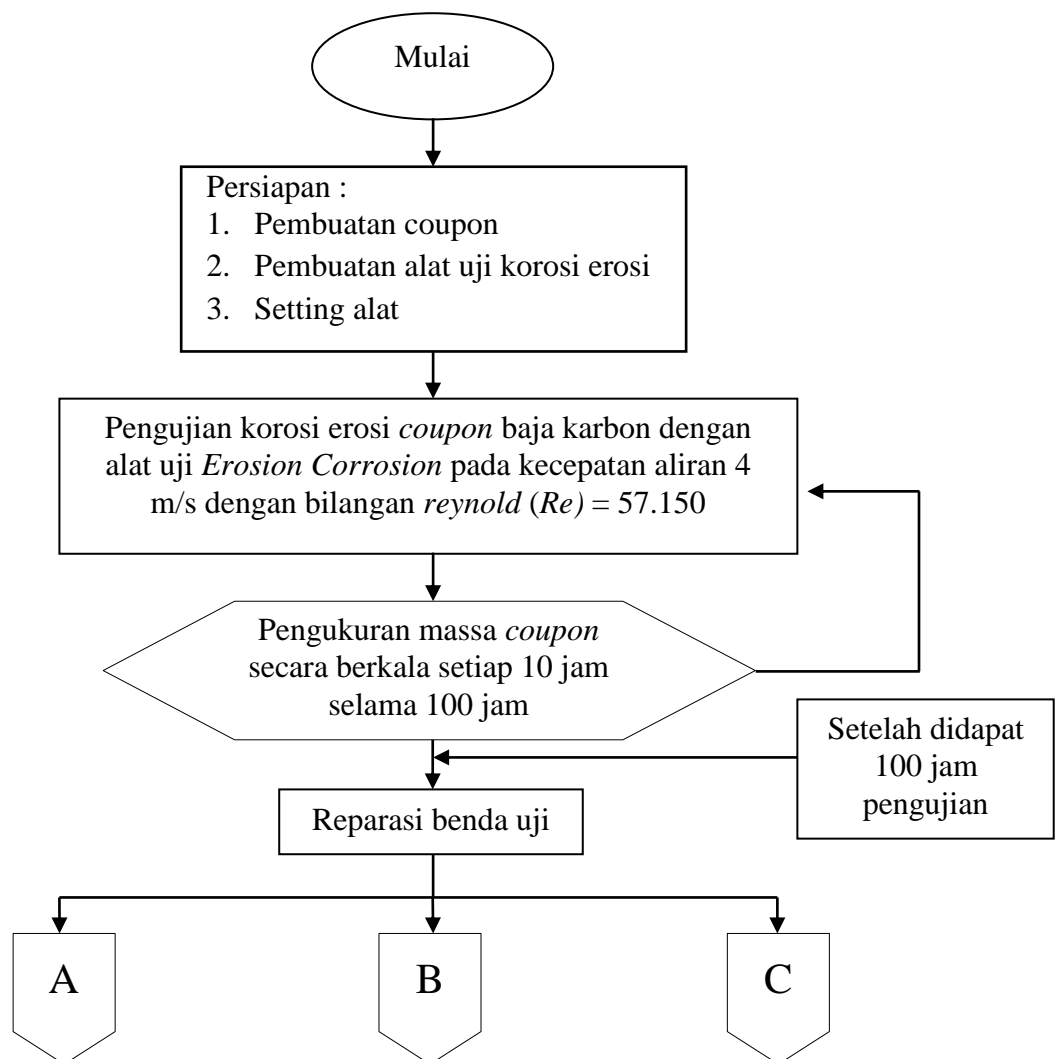
BAB III

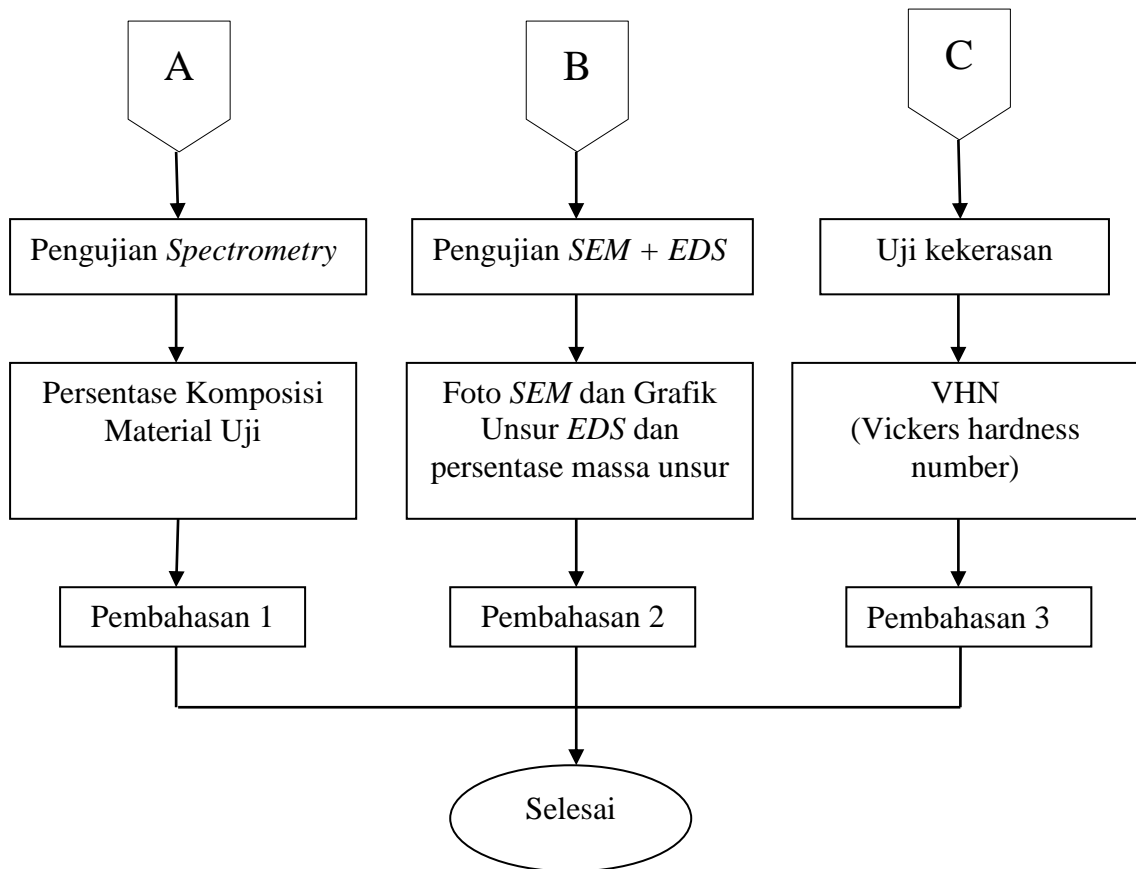
METODE PENELITIAN

Dalam bab ini akan diuraikan mengenai pengujian-pengujian yang dilakukan, Perencanaan alat uji korosi erosi, pembuatan material uji dari baja karbon ST 40 dan baja karbon ST 60, pengujian *spectrometry*, pengujian *SEM+EDS*, dan kekerasan material.

3.1 Diagram Alir Penelitian.

Penelitian ini dilakukan dengan bertahap, dimana dapat dilihat dengan diagram alir yang ditunjukkan oleh gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Keterangan :

1. Penentuan judul

Penentuan judul dilakukan untuk menentukan topik dan materi apa yang akan dibahas dalam penelitian ini.

2. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari materi dan teori yang berhubungan dengan penelitian ini dan memudahkan dalam menentukan proses yang akan dilakukan selama penelitian. Materi yang dibutuhkan antara lain teori korosi, teori baja karbon, uji mikrografi, uji kekerasan material yang akan diuji.

3. Pembuatan alat uji

Membuat alat uji untuk pengujian erosi korosi pada material. Proses pembuatannya dengan menggunakan bantuan mesin bubut, mesin las, gergaji dan

lain-lain. Alat ini terdiri dari pompa sentrifugal, pipa *carbon steel*, elbow, dan drum plastik sebagai tempat penampungan air laut.

4. Pembuatan material uji

Membuat material uji dengan cara memotong material uji lalu membuat slot pada kedua ujungnya agar dapat dipasang pada alat uji. Material uji terbuat dari baja karbon dengan dimensi diameter dalam 0,5 inci (1,27 cm) ketebalan 0,17 inci (0,45 cm) dan panjang 0,78 inci (2 cm)

5. Pengujian material uji dengan alat uji erosi korosi

Pengujian ini dilakukan selama 100 jam dengan cara mengalirkan media korosi berupa air laut di dalam pipa dan material uji untuk memperoleh data yang kemudian akan dianalisa.

6. Melakukan pengujian dan perhitungan.

Bertujuan untuk memperoleh data pada parameter yang telah ditentukan untuk dianalisis. Proses pengujian dimulai dengan pembuatan benda uji untuk membedakan kelompok pengujian. Material uji yang dimaksud adalah material uji yang digunakan untuk mengetahui karakteristik bahan dengan cara melakukan:

- a. Pengujian komposisi (*spectrometry*), untuk mengetahui komposisi unsur kimia pada spesimen baja karbon.
- b. Pengujian *SEM + EDS*, uji *SEM* untuk mengetahui ukuran lebar adanya fenomena *corrosion erosion* dan uji *EDS* untuk mengetahui senyawa yang terkandung dalam pipa setelah terkena korosi.
- c. Pengujian kekerasan, untuk mengetahui nilai kekerasan material sebelum dan setelah terkena korosi.
- d. Perhitungan laju korosi pada kedua material uji.

7. Data dan analisis data.

Data hasil dari pengujian *spectrometry* dan *SEM + EDS* dikumpulkan, diolah serta dianalisis berdasarkan dasar teori yang diperoleh dari literatur.

8. Kesimpulan dan saran

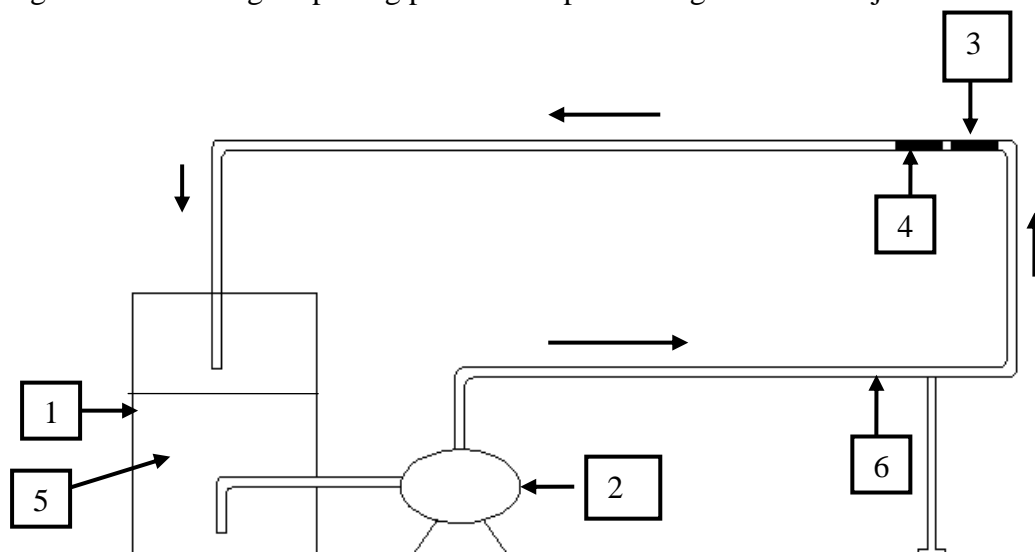
Menyimpulkan hasil analisis tentang karakteristik bahan serta hasil analisis tentang penyebab patahnya komponen kemudian memberikan saran untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya.

3.2 Perencanaan Alat Uji Korosi Erosi

Alat uji korosi erosi ditujukan untuk menguji material uji dengan dimensi panjang 2 cm, tebal 0,45 cm dan diameter 1,27 cm. Sistem yang bekerja pada alat uji ini adalah sistem aliran tertutup yang digunakan untuk mengalirkan fluida air laut. Alat uji korosi erosi ini terdiri dari tangki air, pompa sentrifugal, dan pipa pralon yang digunakan sebagai jalur aliran.

Prinsip kerja alat uji ini adalah untuk menciptakan suatu kondisi material uji agar mendapatkan gesekan dengan fluida air laut karena pengaruh kecepatan. Gesekan yang diberikan berupa kecepatan aliran yang dihasilkan dari tekanan pompa pada alat uji korosi erosi.

Material uji dipasang pada bagian alat uji korosi erosi yang dilihat pada gambar 3.2. Pemasangan material uji disambung dengan alat uji korosi erosi dimana material uji diulir, kemudian dipasangkan pada bagian alat uji yang telah diulir. Material uji diulir, agar mudah dibongkar pasang pada waktu penimbangan material uji.



Gambar 3.2 Skema alat uji korosi erosi

Keterangan :

1. Tangki air dengan daya tampung 50 l.
2. Pompa sentrifugal.
3. Material uji baja karbon ST 40.

4. Material uji baja karbon ST 60.
5. Air laut.
6. Pipa baja karbon digunakan sebagai media aliran fluida.

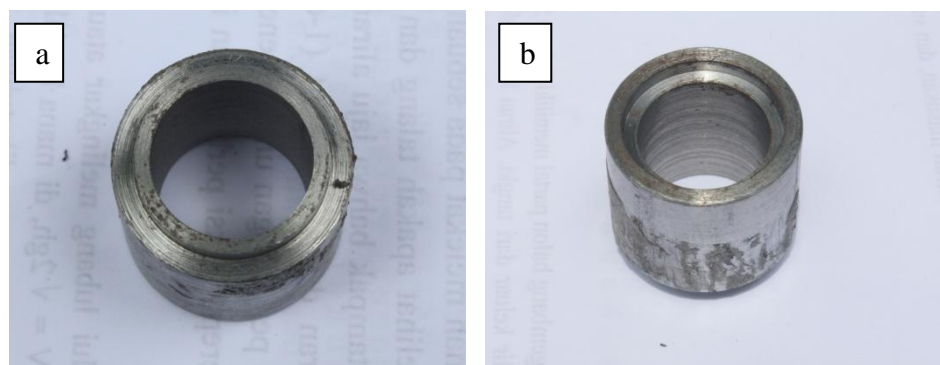
Alat uji korosi erosi yang telah dibuat dapat ditunjukkan oleh gambar 3.3.



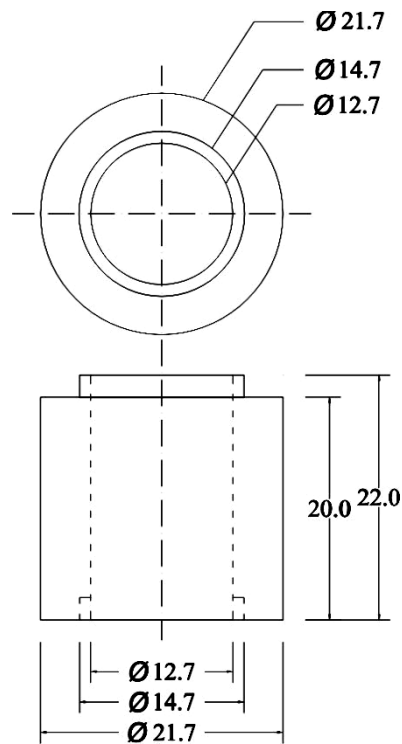
Gambar 3.3 Foto alat uji korosi erosi

3.3 Geometri Material uji

Dalam pembuatan material uji menggunakan pipa baja karbon ST 40 dan baja karbon ST 40 yang dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 material uji a) baja karbon ST 40, b) baja karbon ST 60



Gambar 3.5 Dimensi material uji

3.4 Pengujian Material Uji

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian korosi erosi, pengujian komposisi (*spectrometry*), pengujian *SEM + EDS*, dan pengujian kekerasan.

3.4.1 Pengujian Korosi Erosi

Prinsip pengujian korosi pada material uji adalah untuk menciptakan perlakuan khusus pada material uji dengan mengalirinya material uji dengan fluida yang korosif. Fluida yang digunakan adalah air laut. Material uji yang telah disiapkan dipasang pada alat uji korosi erosi kemudian dialiri dengan fluida air laut, dimana kecepatan yang digunakan adalah 4 m/s. Dalam menentukan kecepatan terlebih dahulu mengetahui debit aliran, dalam mengukur debit dilakukan secara manual, yaitu menggunakan gelas ukur. Fluida dialirkan selama 1 menit kemudian ditampung dalam gelas ukur, dan diperoleh 30 l/menit (lampiran).

Untuk mengetahui penurunan massa dari material uji yang telah diuji, maka setiap 10 jam sekali material uji ditimbang. Ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui penurunan massa terjadi pada jam ke berapa. Pengujian ini dilakukan hingga material mendapat perlakuan sampai 100 jam.

3.4.2 Pengujian Komposisi (*Spectrometry*)

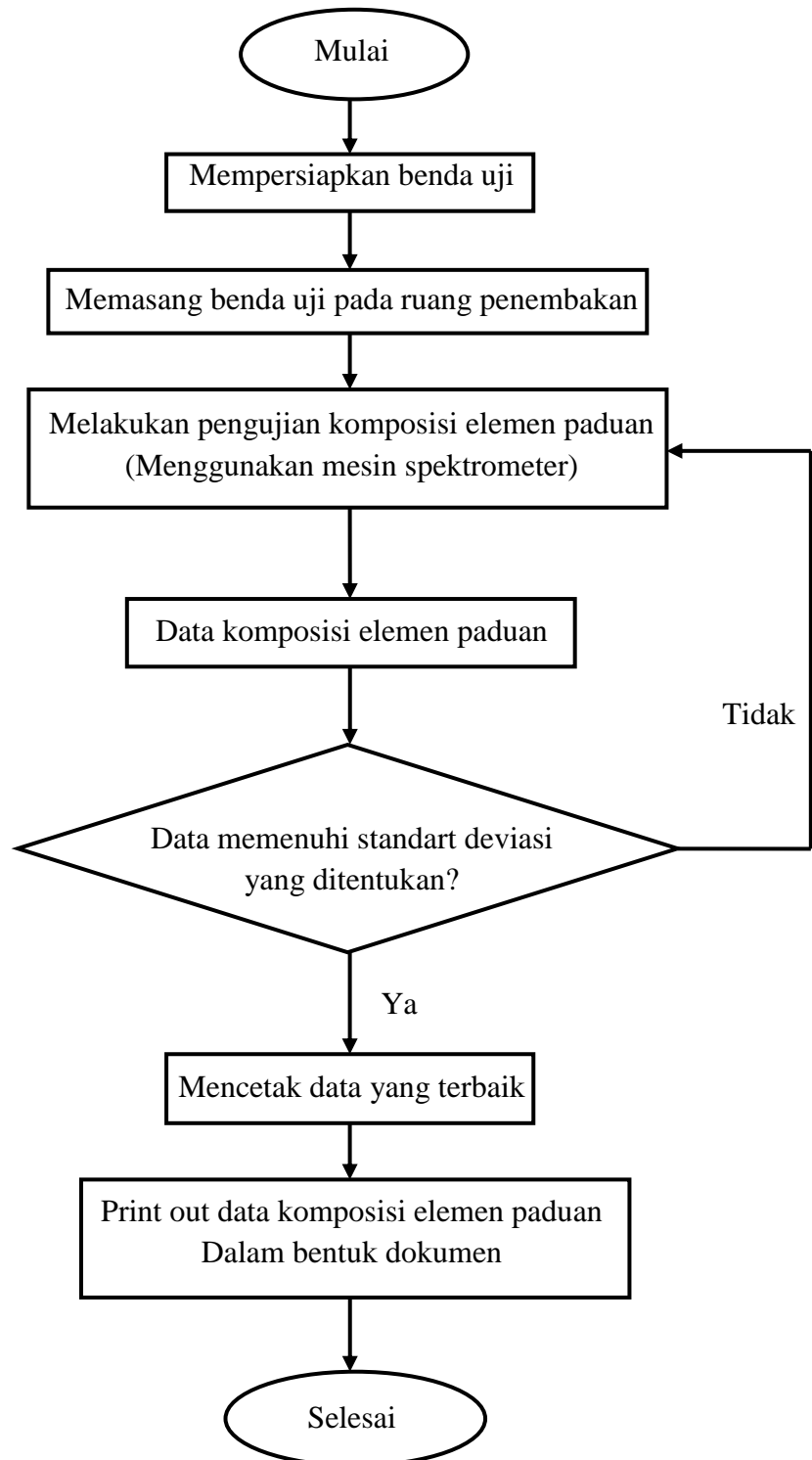
Pengujian komposisi ini dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung didalam baja karbon dan baja tahan karat. Yang selanjutnya akan kami gunakan data tersebut untuk menganalisis beberapa faktor terjadinya fenomena yang terdapat di dalam proses terjadinya korosi erosi. Uji komposisi ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

Prosedur Pengujian Komposisi (*Spectrometry*) adalah

1. Mempersiapkan benda uji
 - a. Meratakan benda uji dengan menggunakan gerinda perata.
 - b. Membersihkan dan mengeringkan benda uji yang sudah diratakan agar bebas dari lemak, kotoran dan sentuhan tangan.
2. Memasang benda uji pada ruang penembakan
 - a. Mengatur ketinggian penekanan sesuai dengan ketebalan benda uji.
 - b. Memastikan posisi benda uji menutupi lubang penembakan.
 - c. Menutup pintu ruang penembakan hingga terkunci dengan benar.
3. Memulai pengujian komposisi elemen paduan.
 - a. Membuka kolom analisis yang terdapat pada layar komputer.
 - b. Memilih baris *routine analysis* dengan menggunakan *mouse pointer*.
 - c. Kemudian memilih baris *unknown %* dengan cara mengklik baris tersebut atau dengan cara menekan tombol F2.
 - d. Memilih salah satu program yang sesuai dengan bahan yang akan diuji dengan cara mengklik *change task*.
 - e. Memastikan pada kolom *analytical programe* tertulis program yang kita tulis disisi paling kiri.

- f. Kemudian mengklik *select* dan memilih juga program yang sesuai dengan bahan yang akan diuji.
 - g. Memilih kolom *sample indentifier*, lalu mengisi semua kotak dengan data-data pengujian yang akan dilakukan.
 - h. Melakukan penembakan (*sparking*) dengan cara mengklik *sample detail ok* atau dengan cara menekan tombol *enter* pada *keyboard*.
 - i. Mengubah posisi benda untuk melakukan penembakan berikutnya pada benda uji yang sama, sehingga tidak terjadi penembakan pada daerah yang sama. Kemudian melakukan penembakan sekali lagi dengan mengklik *analyze again* atau menekan tombol *enter*.
 - j. Memeriksa apakah data yang muncul dari beberapa kali pengujian sudah memenuhi standar deviasi yang ditentukan atau belum. Jika belum maka kembali ke langkah 3.9.
 - k. Mengklik *analysis complete* kemudian mengklik *continue*.
 - l. Mengklik *yes* pada perintah selanjutnya jika data akan disimpan dan mengklik *no* jika data tidak disimpan.
4. Mencetak data komposisi elemen paduan dalam bentuk dokumen.

Prosedur dari pengujian komposisi (*spectrometry*) dapat ditunjukkan pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 Diagram alir pengujian komposisi

3.4.3 Pengujian SEM + EDS

Pengujian *SEM + EDS* ini dilakukan di Pusat Penelitian Metalurgi LIPI, Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang. Pengujian *SEM* dilakukan terhadap dinding dalam material stainless steel dan baja karbon yang telah terkena korosi. Mesin *SEM* yang digunakan yaitu *SEM JEOL JSM-6390A*. Uji *SEM* untuk mengetahui ukuran lebar adanya fenomena korosi dan uji *EDS* untuk mengetahui senyawa yang terkandung dalam material *stainless steel* dan baja karbon setelah terkena korosi.

3.4.3.1 Peralatan pengujian

Alat pengujian dari *SEM + EDS* dapat ditunjukkan pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Mesin *SEM + EDS* Jeol type JSM-6390A

Untuk spesifikasi dan tipe dari alat *Scanning Electron Microscopy (SEM)* dan *Energy Dispersive Spectrometry (EDS)* dapat dilihat pada tabel 3.1 dan tabel 3.2

Tabel 3.1 Spesifikasi mesin SEM JEOL JSM-6390A

No.	Spesifikasi	Keterangan
1.	Resolusi	3.0 nm(30kV)
2.	Accelerating voltage	0.5 to 30 kV
3.	Perbesaran	x5 to 300,000
4.	Filament	Pre-centered W hairpin filament (with continuous auto bias)
5.	Lensa objektif	Super conical lens
6.	Lubang lensa objektif	Three position, controllable in X/Y directions

Tabel 3.2 Type stage SEM JEOL JSM-6390A

No	Type	Ukuran maksimal specimen	<i>Specimen stage</i>
1.	<i>GS Type stage</i>	32mm full coverage	Eucentric goniometer X=20mm, Y=10mm, Z=5mm-48mm R=360° (endless) Tilt -10/+90°
2.	<i>LGS Type stage</i>	5" full coverage (152.4mm dia. loadable)	Eucentric goniometer X=80mm, Y=40mm, Z=5mm-48mm R=360° (endless) Tilt -10/+90° (Computer controlled 2, 3 or 5 axis motor drive: option)

3.4.3.2 Prosedur Pengujian

Langkah-langkah pengujian SEM dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Material uji yang akan dilakukan pemotretan harus bersih, kering dan telah mengalami proses pemolesan (*polishing*) dengan menggunakan alumina untuk mendapatkan permukaan spesimen yang rata, bebas dari kotoran, tidak berminyak dan mengkilap sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil pemotretan yang baik.
2. Membersihkan material uji dengan menggunakan *ultrasonic cleaner* dengan media *acetone* untuk menghilangkan debu-debu pengotor sebelum penempelan pada *specimen holder*. Mesin Ion Sputter JFC-1600 ditunjukkan pada gambar 3.8, sedangkan itu spesifikasi mesin ion sputter JFC-1600 dapat dilihat pada tabel 3.3.



Gambar 3.8 Mesin Ion Sputter JFC-1600 (Lab.Puspiptek)

Tabel 3.3 Spesifikasi Mesin Ion Sputter JFC-1600 (Lab.Puspiptek)

No	Spesifikasi	Mesin Ion Sputter JFC-1600
1.	Tegangan	1,2 kV
2.	Arus listrik	6 - 7,5 mA
3.	Kevakuman	0,2
4.	Durasi	4 menit

3. Menempelkan material uji pada *specimen holder* dengan menggunakan *double sticky tip* untuk mendapatkan posisi spesimen yang *rigid*.
4. Memberikan lapisan tipis (*coating*) oleh *gold-palladium* (Au : 80% dan Pd : 20%) dengan menggunakan mesin Ion Sputter JFC-1600. Dengan proses ini akan didapatkan tebal lapisan 400 Å agar spesimen yang akan dilakukan pemotretan menjadi penghantar listrik. Proses ini dapat dilihat seperti pada gambar 3.9.

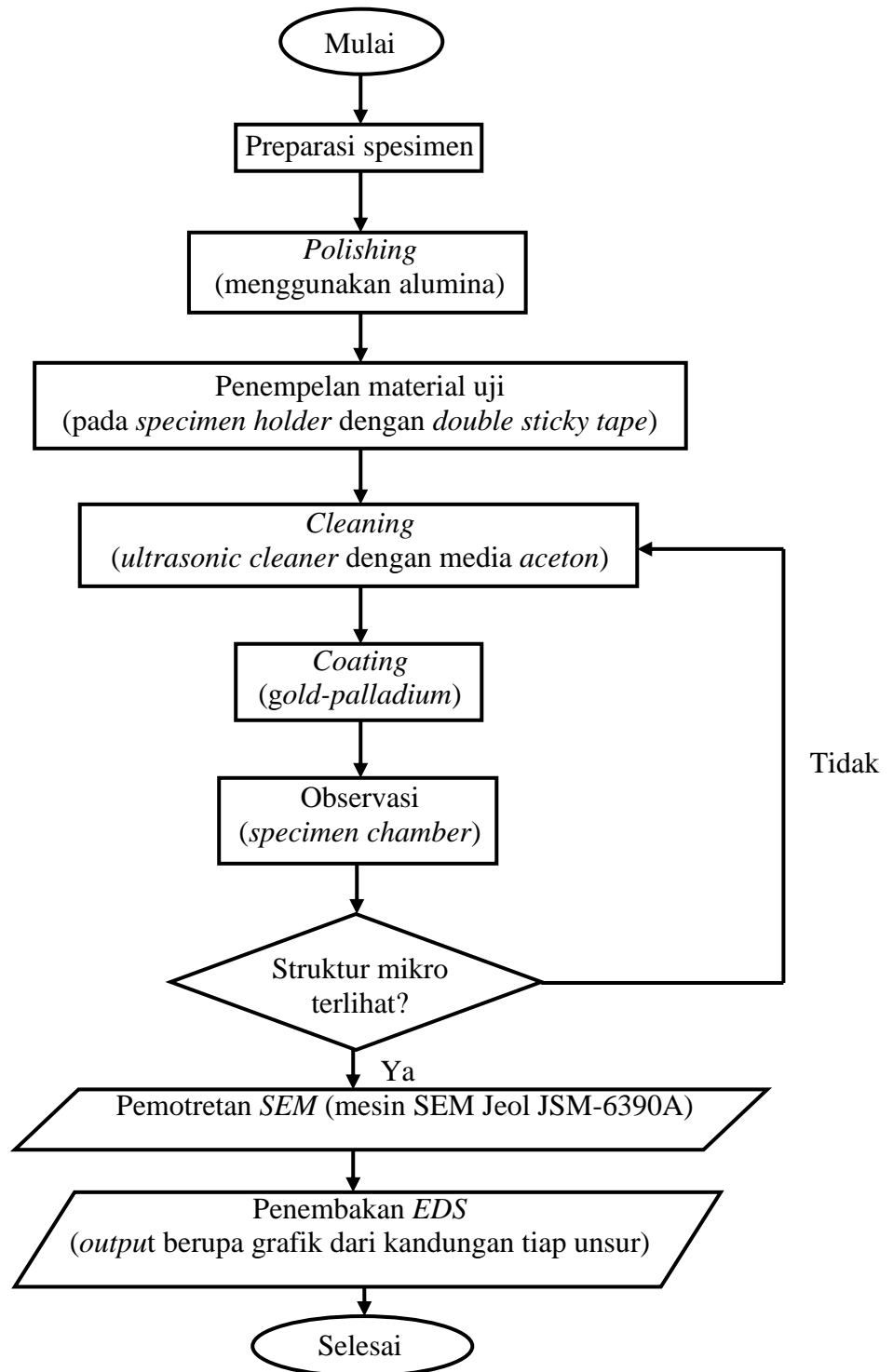
Penembakan
gold-palladium —



Gambar 3.9 Penembakan *gold-palladium* dalam mesin *Ion Sputter*

5. Material uji dimasukkan ke dalam *specimen chamber* pada mesin *SEM JEOL JSM-6390A* untuk melakukan observasi pada spesimen uji sebelum dilakukan pemotretan.
6. Pemotretan dilakukan dengan menggunakan perbesaran yang diinginkan untuk mengetahui butiran, batas butir, keretakan, dan dislokasi.
7. Hasil pemotretan berupa gambar *SEM* yang kemudian dianalisis tentang struktur makro, dan struktur mikro.
8. Dengan hasil gambar *SEM* yang diperoleh, selanjutnya dapat menentukan pengambilan titik yang akan ditembak *EDS*. Hasil dari *EDS* yaitu tampilan grafik prosentase berupa (*mass%*) dan (*atom%*) dari unsur yang terkandung didalam bahan. Unsur yang ditampilkan pada grafik bisa dipilih sesuai yang dikehendaki.

Prosedur dari pengujian SEM+EDS ini dapat dilihat pada diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Diagram alir pengujian SEM + EDS

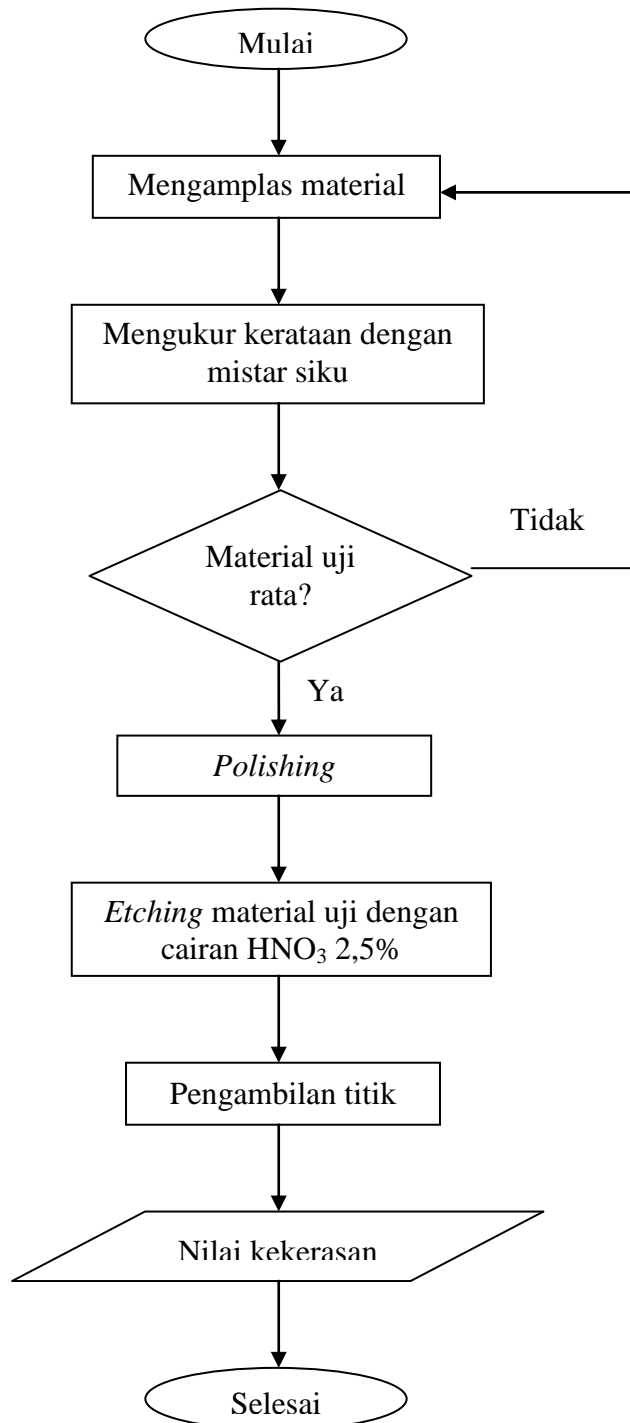
3.4.4 Pengujian Kekerasan

Material uji yang telah di mikrogarafi selanjutnya digunakan untuk pengujian kekerasan, pada saat diuji material uji di polis kembali setelah itu di etsa menggunakan etsa NHO_3 2,5%. Pengujian kekerasan menggunakan metode *mikro hardness vickers*, pengujian dilakukan di Laboratorium Universitas Gajah Mada. Pengujian ini menggunakan alat uji *mikro hardness vickers* seperti pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 *Mikro Hardness Vickers*

Prosedur dari pengujian kekerasan ini dapat dilihat pada diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Diagram alir pengujian kekerasan

Keterangan:

1. Pengamplasan material uji

Hal ini dilakukan untuk dapat menghaluskan dan meratakan permukaan pada spesimen uji, agar kerak sisa hasil *etching* sebelumnya pada material uji menghilang dan mendapatkan kehalusan pada permukaannya. Pengamplasan material uji menggunakan amplas ukuran 500, 800, 1000, 1200, 1500.

2. Pengukuran kerataan

Pengukuran kerataan ini bertujuan untuk mendapatkan material uji yang rata dan sejajar, supaya pada saat di uji tidak menimbulkan hasil yang berbeda karena efek dari benjolan permukaan. Proses pengukuran menggunakan mistar siku, jika material uji belum sejajar maka material uji kembali di amplas sampai permukaan sejajar atau rata.

3. *Polishing* material uji

material uji yang sudah rata dapat langsung di *polish* supaya mengkilap, pada tahap ini dilakukan menggunakan kain bludru serta bahan *polishnya* menggunakan autosol supaya permukaannya mengkilap, setelah itu dibersihkan menggunakan pepsoden supaya bebas dari bahan *polishnya* bersih.

4. *Etching*

Setelah selesai dipolish spesimen dapat di etsa menggunakan etsa jenis HNO_3 supaya permukaan material dapat terlihat pada mikroskop untuk diuji kekerasannya.

5. Pengambilan titik

Sebelum proses pengambilan titik kekerasan, terlebih dahulu menentukan pemetaan pengambilan titiknya, setelah itu menentukan berat pembebanan dan lama pembebanan. Pada pengujian kekerasan ini menggunakan pembebanan sebesar 200 gf dan lama pembebanan 5 detik, serta sudut permukaan intan 136° .

3.5 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2011 sampai Januari 2012, dan untuk tempatnya:

1. Untuk penyiapan material uji berupa pemotongan material hasil pengujian korosi erosi menggunakan fluida air laut yang dialirkan selama 100 jam.

2. Untuk pengujian komposisi material dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
3. Untuk pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan EDX dilakukan di Pusat Penelitian Metalurgi LIPI, Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang.
4. Untuk pengujian nilai kekerasan *mikro Vickers* dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Program Diploma Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gajah Mada.

3.6 Alat dan Bahan

3.6.1 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

a. Alat Uji Erosi Korosi

Alat uji korosi yaitu berupa instalasi pipa sederhana yang terdiri dari : tangki penyimpanan air laut, pompa sentrifugal dan pipa baja karbon yang berdiameter 1,27 cm (1/2 inch).

b. Timbangan Digital

Timbangan digital ini digunakan untuk menimbang material uji agar mengetahui penurunan massa material uji.

3.6.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

a. Material uji

Material uji disini adalah logam berbentuk pipa yang telah di uji menggunakan alat uji korosi erosi selama 100 jam yaitu berupa baja karbon ST 40 dan baja karbon ST 60.

b. Air laut

Air laut digunakan sebagai fluida yang dialirkan pada alat uji korosi erosi.