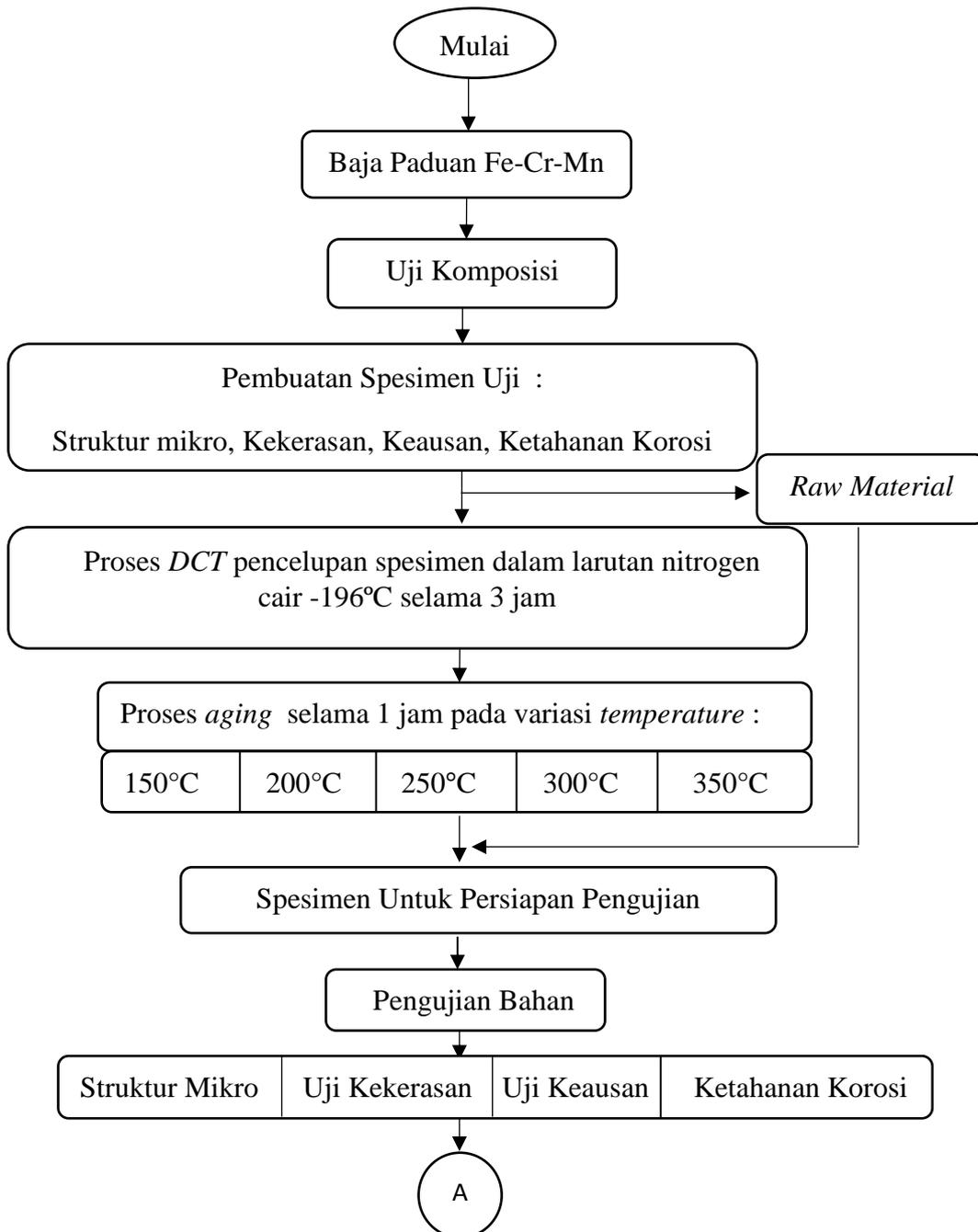
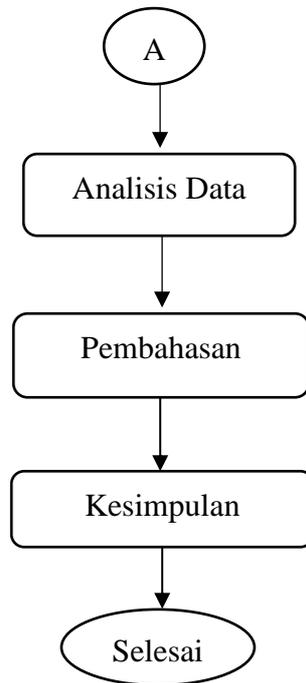


**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Diagram Alir Penelitian**



**Gambar 3.1** Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.2** Lanjutan Diagram Alir Penelitian

## **3.2 Bahan dan Alat Penelitian**

### **3.2.1 Bahan Penelitian**

1. Bahan yang digunakan adalah paduan Fe-15,1Cr-9,6Mn, berdiameter 14 mm
2. Media Uji korosi NaCl 3,5%
3. Bahan etsa HNO<sub>3</sub>+ HCl dengan perbandingan (3:1)
4. Alokohol 70% dan Kain bludru
5. Resin
6. *Hardener*
7. Autosol
8. Amplas dengan nomor ( 200 *mesh.*, 400 *mesh*, 600 *mesh*, dan 1000 *mesh*).

### 3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. *Spectrometer* milik PT. Itokoh Ceperindo klaten
2. Gergaji Mesin
3. Mesin amplas milik Lab. Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta
4. Mesin pemanas Lab. Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta dengan spesifikasi :
  - Merk : Naberthrem
  - Model: LS/12/C6
  - Buatan : Germany
  - Tahun : 2002
5. Alat uji kekerasan *Vickers* milik Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta dengan spesifikasi :
  - Merk : *Schmierplan/Lubrication Plan*
  - Model: LA-H 250 RC.16-02/*Hardness TesterDIATestory*
  - Tahun : 2000
6. Alat uji keausan metode Ogoshi *High Speed Universal Wear Testing Machine* (Type OATU), milik Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta
7. Alat uji korosi milik Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta
8. Timbangan digital milik Lab. Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta.

### 3.3 Langkah-langkah Penelitian

#### 3.3.1 Persiapan Spesimen

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mempersiapkan spesimen yang akan diuji, yaitu dengan cara pemotongan baja paduan Fe-Cr-Mn

menggunakan gergaji mesin dengan jumlah 18 spesimen dan tinggi tiap potongan 5 mm. Pembagian dari spesimen yaitu 6 spesimen untuk uji struktur mikro dan kekerasan, 6 spesimen untuk uji keausan, dan 6 spesimen untuk uji ketahanan korosi.

### 3.3.2 Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian komposisi ini bertujuan untuk mengetahui unsur kandungan pada bahan yang akan diuji. Pengujian komposisi kimia dilakukan di PT. Itokoh Ceperindo menggunakan alat *spectrometer*.



**Gambar 3.3** Komposisi *spectrometer*

1. Menyiapkan spesimen uji yang akan diuji
2. Menyiapkan alat uji komposisi kimia *spectrometer*
3. Memasang specimen diatas landasan. Benda uji harus menutupi lubang pada alat uji minimal diameter 14 mm. Apabila terjadi kebocoran maka mesin ujitidak bekerja dengan benar karena waktu penembakan gas argon sangat tidak diperbolehkan ada kebocoran
4. Menghidupkan mesin. Membuka aliran gas argon, memutar tuas berlawanan arah dengan arah jarum jam. Mengatur tekanan gas argon sampai jarum jam pada regulator menunjukkan tekanan pada nilai 1,5 bar. Kemudian membuka keran merah yang berada di bagian belakang *spectrometer* untuk mengalirkan gas argon bagian dalam *spectrometer*, memutar 90° dengan berlawwanan arah jarum jam. Menaikkan empat tuas saklar pada bagian depan, menghidupkan tombol pengatur pompa tunggu

hingga indicator menunjukkan angka 30 sampai 40psi. Pada tahapan ini terjadi penyemburan gas berupa gas argon dengan suhu  $400^{\circ}\text{C} - 800^{\circ}\text{C} \pm 30$  detik.

5. Menghidupkan computer berturut-turut yaitu CPU, monitor, dan printer.
6. Menunggu sampai alat konstan  $\pm 1$  sampai dengan 2 jam.
7. *Spectrometer* siap untuk di operasikan yaitu bahan uji ditempatkan pada dudukan benda kerja dan ditambahkan energi tinggi melalui elektroda *wolfram* sehingga memberikan pancaran sinar keluar dari permukaan logam dan sinar yang terpancar bersifat polikromatik yang diterima oleh lensa cembung, kemudian dikteruskan ke dalam ruang vakum untuk selanjutnya diuraikan menjadi sinar monokromatik.
8. Hasil pembakaran selama kurang 30 detik yang berupa cahaya berwarna kemudian menuju pada optic dan dibiaskan berupa warna unsur dan ditangkap oleh detector dalam jumlah persen. Hasil konsentrasi unsur dapat ditampilkan pada monitor.
9. Melihat layer computer hasil dari specimen uji dan bisa dicetak computer pada kertas yang sudah disediakan atau disimpan di *hardware*.

### 3.3.3 Proses *Deep Cryogenic Treatment (DCT)*

Proses *Deep Cryogenic Treatment* dilakukan pada spesimen uji dengan waktu 3 jam. Alat yang digunakan pada proses *Deep Cryogenic Treatment* adalah tabung nitrogen cair GT 3. Proses *Deep Cryogenic Treatment* dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta. Langkah-langkah proses *Deep Cryogenic Treatment* sebagai berikut :

1. Menyiapkan tabung nitrogen cair GT 3.
2. Memasukan spesimen kedalam tabung nitrogen cair GT 3.
3. Memasukan *thermometer* untuk mengecek suhu nitrogen cair.
4. Menghidupkan *stopwatch* untuk menegetahui lama perendaman dari setiap spesimen uji selama 3 jam
5. Mengeluarkan spesimen yang telah direndam didalam tabung GT 3 yang berisi nitrogen cair.

6. Mengembalikan temperatur spesimen pada temperatur kamar (*warming*)

### 3.3.4 Proses Aging

Pada proses ini dilakukan uji spesimen dalam waktu 1 jam pada variasi *temperature* 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C. Alat yang digunakan pada proses ini adalah *Muffle Furnace* . Berikut Langkah-langkah proses *aging* :

1. Memasukkan spesimen kedalam *Muffle Furnace*
2. Menekan tombol On
3. Mengatur temperatur, variasi temperatur menjadi 150°C, 200°C, 250°C, 300°C, 350°C, untuk pemanasan pada kontrol temperatur.
4. Menahan spesimen dalam *muffle furnace* selama 1 jam
5. Mematikan *muffle furnace* dengan menekan tombol OFF
6. Mengambil spesimen di dalam *muffle furnace*.
7. Spesimen di dinginkan di udara.



**Gambar 3.4** Mesin *furnace*

### **3.4 Pengujian Bahan**

#### **3.4.1 Pengujian Struktur Mikro**

Untuk melakukan pengujian struktur mikro dapat mengikuti prosedur sebagai berikut:

##### **1. Pengamplasan**

Proses pengamplasan bertujuan untuk mendapatkan kehalusan dan menghilangkan goresan-goresan permukaan pada spesimen uji. Pengamplasan menggunakan mesin poles dengan memasang amplas padaudukan mesin pengamplasan.

Beberapa tahapan dalam pengamplasan sebagai berikut :

##### **A. Persiapan**

Persiapan adalah tahap dimana melakukan pemilihan amplas yang dimulai dengan menggunakan amplas dengan nomor yang paling rendah (kasar) dan juga ditambah dengan penggunaan air dengan tujuan supaya specimen yang saling bergesekan tidak menghasilkan panas yang berlebihan sehingga merusak struktur dari permukaan benda uji. Dalam penelitian ini amplas yang digunakan terdiri dari amplas nomor 200 *mesh*, 400 *mesh*, 600 *mesh*, dan 1000 *mesh* (butir silikon karbida per inci persegi). Semakin kecil nomor amplas maka semakin sedikit jumlah butir *silicon carbide* per inci persegi atau semakin kasar permukaan amplas. Nomor amplas paling kecil digunakan untuk memulai operasi pengamplasan .

##### **B. Penghalusan Permukaan**

Tahap penghalusan permukaan pada spesimen dengan menggunakan amplas dari nomor rendah ke nomor yang paling tinggi sampai permukaan dari spesimen yang di uji rata dan tidak ada lagi goresan pada permukaan material bila dilihat di mikroskop.

Langkah-langkah proses pengamplasan adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan spesimen yang akan dilakukan proses pengamplasan.

- b. Memasang kertas amplas pada meja putar mesin sesuai dengan urutan tingkat kekasaran yang dipakai.
- c. Menghubungkan kabel *power* ke *stop* kontak untiuk mendapatkan aliran listrik.
- d. Menekan saklar untuk menyalakan meja putar yang akan digunakan untuk proses pengamplasan permukaan benda kerja.
- e. Menghidupkan saluran air pendingin sesuai dengan meja putar yang dipakai, mengatur besar kecilnya aliran sesuai kebutuhan.
- f. Proses pengamplasan mulai dilakukan.
- g. Mengusahakan arah pengamplasan selalu tetap stabil sehingga permukaan yang dihasilkan akan rata dan tidak menimbulkan goresan.
- h. Tekanan yang diberikan pada spesimen tidak boleh terlalu berlebihan karena akan mengakibatkan permukaan tidak rata dan timbul banyak goresan.
- i. Melakukan proses pengamplasan berulang-ulang dengan mengganti tingkat kekasaran kertas amplas sesuai ketentuan.
- j. Mengulangi langkah a-f untuk spesimen berikutnya.



**Gambar 3.5** Mesin pengamplasan

## 2. Pemolesan

Tahap pemolesan bertujuan untuk menghasilkan permukaan spesimen yang rata dan mengkilap, tidak boleh ada goresan yang merintang selama pengujian struktur mikro. Sebagai bahan pemoles digunakan autosol yang berguna untuk menghilangkan bekas pemakanan akibat proses pengamplasan. Proses pemolesan

dilakukan dengan cara meletakkan autosol pada permukaan benda uji, kemudian digosokkan pada kain bludru sampai goresan-goresan hilang dan permukaan benda uji mengkilap.

Awal tahap proses pemolesan ini dilakukan dengan agak memberi tekanan pada spesimen yang berguna untuk menghilangkan goresan dari hasil pengamplasan. Kemudian secara bertahap spesimen dipoles dengan tidak memberi tekanan seperti pada awal proses pemolesan agar didapatkan permukaan spesimen yang halus dan mengkilap.

### 3. Pengetsaan

Pengetsaan digunakan pada metalografi untuk memperlihatkan mikrostruktur dari spesimen menggunakan mikroskop. Spesimen yang akan di etsa harus di poles secara teliti dan rata, serta bebas dari perubahan yang disebabkan deformasi plastis pada permukaan spesimen, alur material, dan goresan, karena deformasi plastis akan mengubah struktur mikro dari spesimen tersebut.

Meskipun dalam mikrofografi beberapa informasi sudah dapat diketahui tanpa proses *etching*, tetapi mikrostruktur suatu material biasanya baru dapat terlihat setelah dilakukan pengetsaan. Hanya sekitar 10% informasi yang dapat terlihat tanpa proses pengetsaan. Hanya reaktan, pori, celah dan unsur non-metallik yang dapat diamati hanya dengan pemolesan, selebihnya diperlukan pengetsaan.

Secara umum tujuan dari pengetsaan adalah :

- a. Memberi warna pada permukaan sehingga tampak jelas ketika diamati dengan mikroskop (*color enhancement*).
- b. Menimbulkan korosi sehingga memperjelas batas butir.
- c. Meningkatkan kontras antar butir dan batas butir (*optical enhancement of contrast*).
- d. Mengidentifikasi fasa pada suatu spesimen (*anodizing process*).

Pada penelitian ini spesimen baja tahan karat paduan Fe-Cr-Mn diberi bahan larutan etsa yaitu berupa larutan  $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$  (*aqua regia*) dengan perbandingan

3:1 selama  $\pm 25$  detik, kemudian spesimen dicuci dengan air dan dikeringkan dengan menggunakan *hair dryer*. Selanjutnya masuk ke tahap uji struktur mikro.

#### 4. Pemotretan

Setelah spesimen uji dietsa maka spesimen uji dipasang pada anvil untuk difoto. Pemasangan ini harus tegak lurus terhadap lensa pengujian untuk mendapatkan hasil yang baik.

Mengatur fokus pada mikroskop optik pada daerah atau titik yang akan diambil gambarnya. Langkah selanjutnya adalah melakukan pemotretan dengan perbesaran 100 dan 200 kali. Untuk melaksanakan pemotretan menggunakan *inverted metalurgy microscope* cara penggunaan sebagai berikut:

1. Mikroskop dinyalakan On pada *power switch*.
2. Meletakkan spesimen pada *stage*.
3. Memilih cahaya yang sesuai dengan memutar *light intansity controlknop*.
4. Memilih perbesaran lensa *objective* dengan memutar *revolvingnosepiece*.
5. Melihat gambar pada *eyepieces* yaitu pada lensa okuler.
6. Membuat gambar menjadi fokus dengan memutar *coarse faces* dan *fine focus*.
7. Memilih lokasi yang akan diinginkan dengan memutar *stage prive control knop*.
8. Untuk melakukan pemotretan :
  - a. Mempersiapkan kamera.
  - b. Memilih spesifik gambar yang akan diambil dengan *photo unit adjusterroll*.
  - c. Menekan *expose* untuk melakukan pemotretan.
9. Kemudian langkah pengujian seperti diatas untuk benda uji selanjutnya



**Gambar 3.6** Alat uji struktur mikro (mikroskopik optik)

### 3.4.2 Pengujian Kekerasan

Untuk melaksanakan pengujian kekerasan, dapat menggunakan metode *vickers* di lakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Menyiapkan spesimen yang hendak dilakukan pengujian
2. Menghidupkan mesin
3. Memasang spesimen pada meja alat uji dan mengatur posisinya sesuai daerah uji
4. Memfokuskan daerah yang akan di uji melalui layer monitor pada alat uji dengan cara memutar *handle*.
5. Mengatur beban yang akan digunakan dengan mengatur *stick* beban alat uji pada beban yang telah ditentukan yaitu 40 kgf.
6. Setelah di dapat fokus daerah yang akan di uji, selanjutnya *handle* penetrator digeser kesamping pada posisi alat uji tepat di atas daerah pengujian, kemudian dilepas.
7. Menunggu sampai *handle* penetrator tidak bergerak lagi yang berate pengujian telah selesai.
8. Mengembalikan *handle* penetrator ke posisi semula.



**Gambar 3.7** Alat uji kekerasan *Vickers*

### 3.4.3 Pengujian Keausan

Berikut ini langkah-langkah pengujian keausan :

1. Melakukan preparasi spesimen dengan dimensi maksimal yang dikehendaki. Kemudian permukaan spesimen yang akan dilakukan pengujian dihaluskan supaya bekas jejak pembebanan dapat terlihat di mikroskop.
2. Melakukan pengaturan *gear ratio* untuk menentukan *final load table* yang digunakan sebagai pembebanan saat proses *revolving disc* dan untuk menentukan kecepatannya.
3. Kemudian spesimen diletakkan pada mesin uji, dan peletakannya harus sesuai dengan arah jarum jam panah yang ada pada rumah cekam specimen, setelah benar lalu kencangkan.
4. Mengatur pembebanan yang digunakan sesuai dengan table *Final Load Table*
5. Pengujian keausan dapat dimulai dengan menekan tombol On, yang menyebabkan *disc* berputar dan menggesek spesimen dengan beban tertentu.
6. Kemudian hasil pengujian diamati dengan mikroskop dan diukur dimensi Panjang gerusan pada benda uji

7. Dengan data luas jejak yang telah dihitung pada mikroskop kemudian dapat dilakukan laju keausan spesifik dengan rumus pengujian keausan.



**Gambar 3.8** Alat uji keausan

#### **3.4.4 Pengujian Ketahanan Korosi**

Pengujian ini maka dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menyiapkan spesimen yang hendak dilakukan pengujian.
2. Melakukan pengamplasan yang dilanjutkan dengan pemolesan spesimen.
3. Spesimen uji dilakukan penimbangan dengan timbangan digital untuk mengetahui data berat awal bahan.
4. Menyiapkan cawan uji korosi yang sudah diisi dengan larutan NaCl 3,5%
5. Memasukkan spesimen uji ke dalam cawan uji korosi secara bersamaan dengan waktu tunggu 100 jam
6. Setelah 100 jam, spesimen akan dikeluarkan dari cawan uji korosi dan menghilangkan resin dari specimen
7. Menimbang Kembali spesimen dengan timbangan digital untuk memperoleh data akhir berat specimen.
8. Kemudian menghitung laju korosi (mpy) dengan data-data yang sudah ada untuk mengetahui seberapa besar nilai kehilangan beratnya.