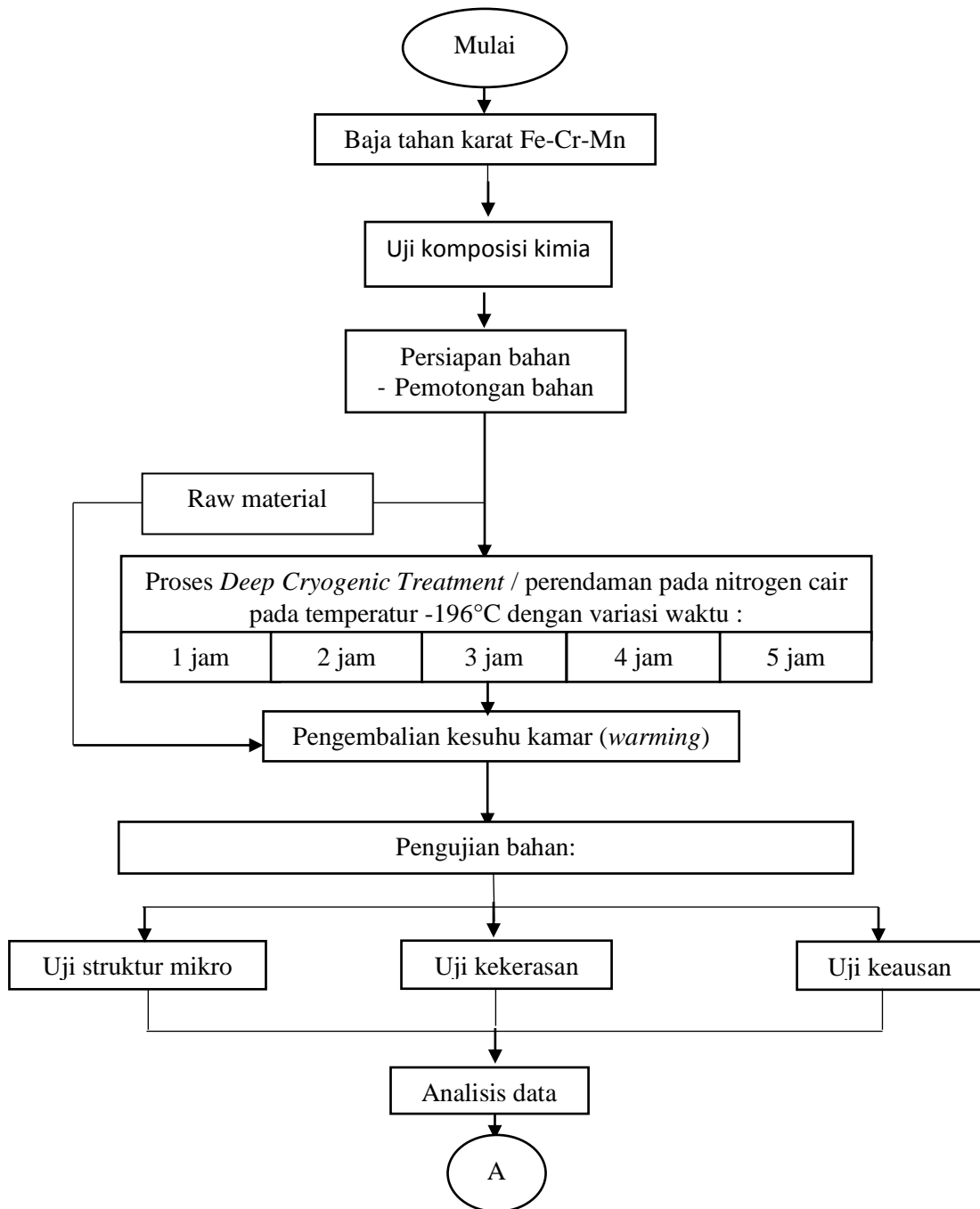
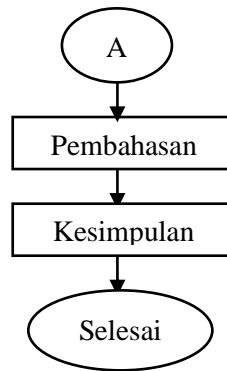


BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.1 Diagram Alir

3.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Coran baja Fe-Cr-Mn (Gambar 3.2).
2. Nitrogen cair.
3. *Autosol* dan kain bludru.
4. Amplas dengan nomor (100 *mesh*, 180 *mesh*, 400 *mesh*, 600 *mesh*, dan 1000 *mesh*).

3.3 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Tabung nitrogen cair (Gambar 3.3).
2. Mesin amplas milik Laboratorium Material Teknik, Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Yogyakarta (Gambar 3.4).
3. Alat uji struktur mikro (mikroskop optik) (Gambar 3.5) milik Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta dengan spesifikasi :
 - Merek : *Olympus Metallurgical System Microscope*
 - Model : BX60M
 - Buatan : Jepang
 - Tahun : 2000
4. Alat uji kekerasan *Vickers* (Gambar 3.6) milik Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta, dengan spesifikasi:
 - Merk : *Schmierplan/Lubriction plan*

- Model : LA-H 250 RC. 16-02/*Hardness TesterDIATestory*
- Tahun : 2000
- 5. Alat uji keausan (Gambar 3.7) milik Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta.
- 6. *Dial caliper*, dan *thermometer* milik Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta.
- 7. Timbangan digital, milik Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta.

3.4. Langkah – Langkah Penelitian

3.4.1. Persiapan Spesimen

Pada tahap persiapan ini dilakukan pemotongan bahan yang akan digunakan berupa bola baja paduan Fe-Cr-Mn. Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 12 spesimen diantaranya 10 buah akan dilakukan proses *Deep cryogenic treatment* dan 2 buah dengan *raw material* yang terdiri dari :

1. Spesimen yang telah melalui proses kriogenik dilanjutkan uji struktur mikro dan uji kekerasan 5 buah spesimen dan uji ketahanan aus 5 buah spesimen.
2. Raw material :uji struktur mikro dan uji kekerasan 1 buah spesimen dan uji ketahanan aus1 buah spesimen.



Gambar 3.2. Coran baja Fe-Al-Mn

3.4.2. Pengujian Komposisi Kimia

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui unsur-unsur yang terkandung di dalam spesimen tersebut. Pengujian komposisi kimia dilakukan di PT. Itokoh Ceperindo menggunakan alat *spectrometer*.



Gambar 3.3.Alat uji komposisi *spectrometer*

Langkah-langkah pengujian komposisi kimia adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan spesimen uji sebanyak 1 (satu) buah.
2. Membersihkan permukaan spesimen dengan menggunakan amplas sampai halus.
3. Menyiapkan alat uji komposisi kimia *spectrometer*.
4. Memasang spesimen uji diatas landasan. Benda uji harus menutupi lubang pada alat uji minimal diameter 14 mm, bila terjadi kebocoran maka mesin uji tidak bekerja dengan benar, karena pada waktu penembakan gas argon tidak boleh ada kebocoran.
5. Menghidupkan mesin. Membuka aliran gas argon, memutar tuas berlawanan arah dengan jarum jam. Mengatur tekanan gas argon sampai jarum pada regulator menunjukkan tekanan pada nilai 1,5 bar. Membuka keran merah yang berada di bagian belakang *spectrometer* untuk mengalirkan gas argon bagian dalam *spectrometer*, memutar 90° berlawanan arah jarum jam. Menaikkan empat tuas saklar di bagian depan, menghidupkan tombol pengatur pompa tunggu hingga indikator menunjukkan angka 30 sampai 40 psi. Pada tahap ini terjadi penyemburan gas berupa gas argon dengan suhu 400°C-800°C selama kurang dari 30 detik.
6. Menghidupkan komputer berturut-turut yaitu CPU, monitor, dan *printer*.
7. Menunggu sampai alat konstan ± 1 sampai dengan 2 jam.

8. *Spectrometer* siap untuk dioperasikan yaitu spesimen uji ditempatkan pada dudukan benda kerja dan ditembakkan energi tinggi melalui elektroda *wolfram (spark)* sehingga memberikan pancaran sinar keluar dari permukaan logam dan sinar yang terpancar bersifat polikromatik ini diterima oleh lensa cembung, kemudian diteruskan kedalam ruang vakum untuk selanjutnya diuraikan menjadi sinar monokromatik.
9. Hasil pembakaran selama ± 30 detik berupa cahaya yang berwarna yang kemudian menuju optik dan dibiaskan berupa warna unsur dan ditangkap oleh detektor dalam jumlah persen. Hasil konsentrasi unsur dapat ditampilkan di monitor.
10. Melihat pada layar komputer hasil dari penembakan spesimen uji dan bisa dicetak (*printer*) komputer pada kertas yang sudah disediakan atau disimpan di *hardware*.

3.4.3. Proses *Deep Cryogenic Treatment*

Proses *deep cryogenic treatment* dilakukan pada spesimen uji yang berjumlah 10 spesimen, dengan variasi waktu yaitu 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dan 150 menit. Alat yang digunakan pada proses *deep cryogenic treatment* adalah tabung nitrogen cair.

Langkah-langkah proses *deep cryogenic treatment* adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan tabung nitrogen cair.
2. Memasukkan spesimen didalam tabung nitrogen cair.
3. Memasukkan *thermometer* untuk mengecek suhu nitrogen cair.
4. Menyalakan *stopwatch* untuk mengetahui lama perendaman setiap spesimen mulai dari 30, 60, 90, 120, 150 menit.
5. Mengambil spesimen yang telah direndam di nitrogen cair.
6. Mengembalikan suhu spesimen pada suhu kamar (*warming*).



Gambar 3.4. Tabung nitrogen cair

3.4.4. Pengujian Struktur Mikro

Langkah-langkah pengujian struktur mikro adalah sebagai berikut :

1. Pengamplasan

Proses pengamplasan dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan kehalusan permukaan dan menghilangkan goresan-goresan kasar pada permukaan spesimen. Pengamplasan dilakukan dengan menggunakan mesin poles dimana amplas dipasang di atas dudukan amplas mesin poles (Gambar 3.4).



Gambar 3.5. Mesin amplas.

Berikut ini adalah beberapa tahapan dalam pengamplasan yaitu :

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 tidak terjadi gesekan antara permukaan spesimen dengan amplas yang dapat mengakibatkan percikan bunga api. Dalam penelitian ini amplas yang digunakan terdiri dari amplas nomor 100, 180, 400, 600 dan 1000 *mesh* (butir *silicon carbide* per *inchi* persegi). Ukuran 100, menunjukkan kekasaran dan partikel ini adalah ukuran 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 *scratch* pada material bila di lihat 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 untuk 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 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. Ulangi langkah diatas untuk spesimen berikutnya.

2. Pemolesan

Tahap pemolesan bertujuan untuk menghasilkan permukaan spesimen yang rata dan mengkilap, tidak boleh ada goresan yang merintang selama pengujian. 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 member 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

Etching digunakan dalam *metallography* untuk memperlihatkan mikro struktur dari spesimen dengan 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, *pullout* dan goresan, karena deformasi plastis akan mengubah struktur mikro dari spesimen tersebut.

Meskipun dalam mikrografi beberapa informasi sudah dapat diketahui tanpa proses etsa, tetapi mikro struktur 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*).

Langkah-langkah proses pengetsaan adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan spesimen yang akan dilakukan proses etsa.
- b. Menyiapkan bahan larutan etsa yaitu berupa larutan $\text{HNO}_3 + \text{HCl}$ (*aqua regia*) dengan perbandingan 1:3 yang sudah dimasukkan dalam cawan.
- c. Mencelupkan spesimen uji ke dalam cawan yang sudah terisi larutan selama ± 25 detik.
- d. Setelah ± 25 detik, keluarkan spesimen uji dari cawan.
- e. Mencuci spesimen uji dengan air kemudian dikeringkan.

4. Pemotretan

Setelah spesimen uji di etsa maka spesimen uji dipasang pada anvil untuk di foto. Pemasangan ini harus tegak lurus terhadap lensa pengujian untuk mendapatkan hasil yang baik. Mengatur fokus pada mikroskop optik (Gambar 3.6)

pada daerah atau titik yang akan diambil gambarnya. Langkah selanjutnya adalah melakukan pemotretan dengan perbesaran 100 kali.



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

Cara penggunaan “*inverted metalurgy microscope*”

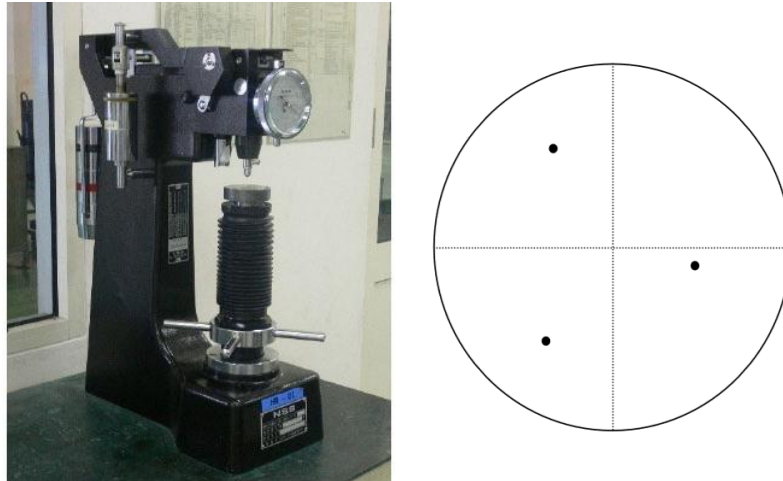
- 1) Mikroskop dinyalakan “ON” pada ‘*power switch*’.
- 2) Meletakkan spesimen pada ‘*stage*’.
- 3) Memilih cahaya yang sesuai dengan memutar “*Light Intansity Control Knop*”.
- 4) Memilih perbesaran lensa “*Objektive*” dengan memutar “*revolving nosepiece*”.
- 5) Melihat gambar pada “*Eyepieces*” yaitu 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 camera.
 - b) Memilih spesifik gambar yang akan diambil dengan “*photo unit adjusterroll*”.
 - c) Menekan “*Expose*” untuk melakukan pemotretan.

- 9) Kemudian ulangi langkah pengujian seperti diatas untuk benda uji selanjutnya.

3.4.5. Pengujian Kekerasan

Pada penelitian ini pengujian kekerasan menggunakan pengujian kekerasan *Vickers*. Pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta.



Gambar 3.7.Alat uji kekerasan *Vickers*.

Langkah-langkah pengujian kekerasan *Vickers* adalah sebagai berikut :

1. Menyiapkan spesimen uji sebanyak 6 (enam) spesimen.
2. Menghidupkan mesin uji.
3. Memasang spesimen pada meja alat uji dan mengatur posisinya sesuai dengan daerah yang akan di uji.
4. Memfokuskan daerah yang akan di uji melalui layar monitor alat uji dengan cara memutar *handle*.
5. Mengatur beban yang akan digunakan dengan mengatur *stick* beban alat uji pada beban yang telah ditentukan yaitu 200 gram.
6. Setelah didapat fokus daerah yang akan di uji, selanjutnya *handle* penetrator digeser kesamping pada posisi alat uji tepat diatas daerah uji, kemudian dilepas.
7. Menunggu sampai *handle* penetrator tidak lagi bergerak yang berarti pengujian telah selesai.
8. Mengembalikan *handle* penetrator pada posisi semula.
9. Mengukur besar injakan hasil uji dan catat hasilnya.
10. Kemudian langkah pengujian seperti diatas untuk benda uji selanjutnya.

3.4.6. Pengujian Keausan

Pada penelitian ini menggunakan pengujian keausan dengan metode ogoshi. Pengujian keausan dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi UGM Yogyakarta.



Gambar 3.8. Alat uji keausan.

Langkah-langkah pengujian keausan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan preparasi spesimen dengan dimensi maksimal yang dikehendaki. Kemudian permukaan spesimen yang akan dilakukan pengujian dihaluskan supaya bekas jejak pembebanan bisa 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. Selanjutnya spesimen diletakkan pada mesin penguji, letakan dengan benar sesuai jarum panah yang ada pada rumah cekam spesimen, setelah benar lalu kencangkan.
4. Mengatur pembebanan yang digunakan sesuai dengan tabel *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 yang terjadi.

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