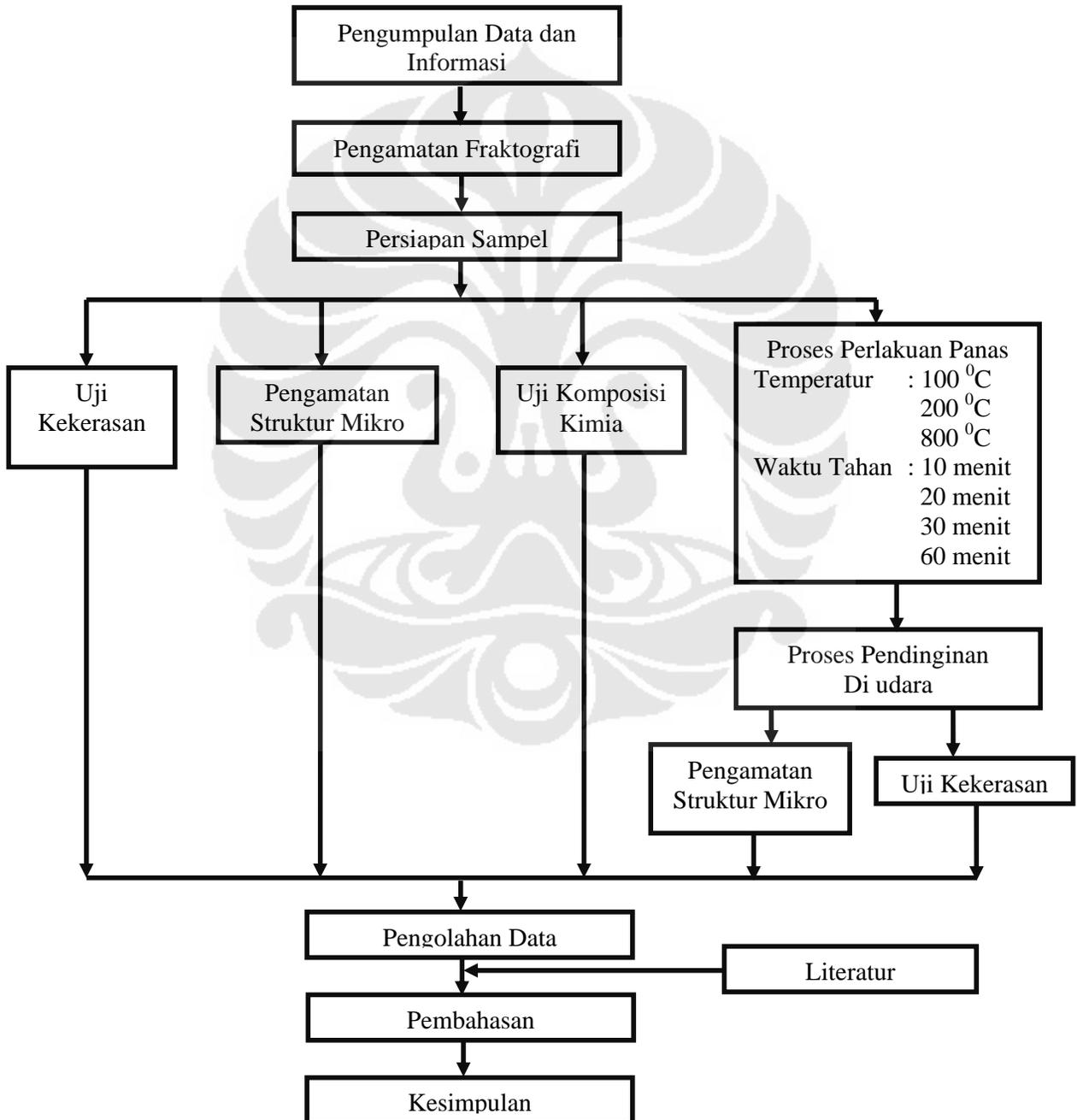


BAB III

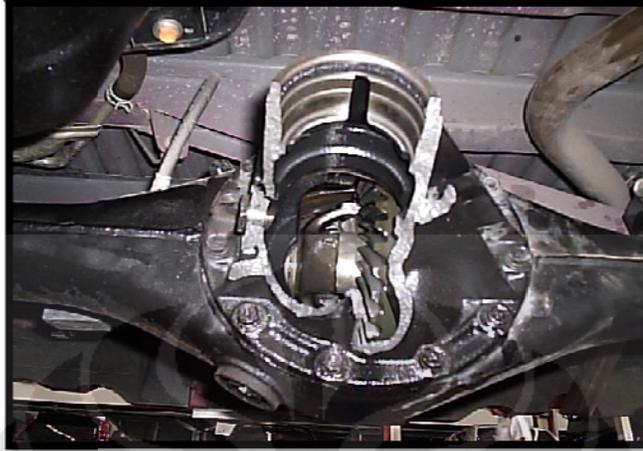
METODOLOGI PENELITIAN

III.1 DIAGRAM ALIR PENELITIAN



III.2 BAHAN-BAHAN PENELITIAN

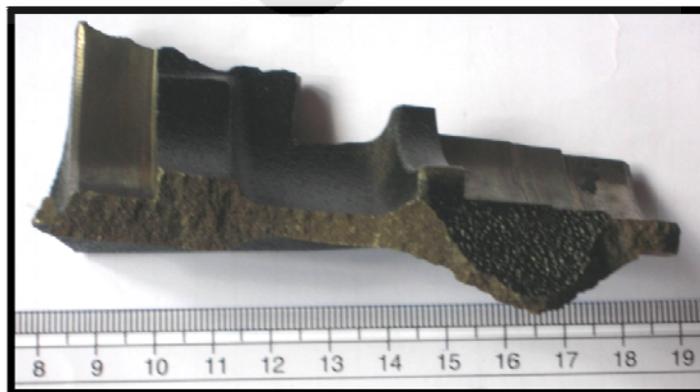
1. Material gardan yang rusak;



Gambar III.1. *Housing* Gardan yang Pecah



Gambar III.2. Pecahan *Housing* Gardan



Gambar III.3. Pecahan *Housing* Gardan bagian 1 Tampak Kanan



Gambar III.4. Pecahan *Housing* Gardan bagian 1 Tampak Kiri

2. Amplas 120#, 240#, 400#, 600#, 800#, 1000#, dan 1500#.
3. Bahan etsa (etcant): nital (2-4%), alkohol dan *mounting*
4. Kain poles beludru dan zat poles alumina.
5. *Silica gel* untuk menjaga kelembaban sampel ketika disimpan di dalam plastik.

III.3 ALAT-ALAT YANG DIGUNAKAN

1. Mesin grinda,
2. alat dapur perlakuan panas, *carbolite* (Laboratorium Uji Merusak/Metalografi, Jurusan Metalurgi, FT UI),
3. mesin amplas dan poles (Laboratorium Uji Merusak/Metalografi, Jurusan Metalurgi FT UI),
4. mesin uji kekerasan makro, brinell (Laboratorium Uji Merusak/Metalografi, Jurusan Metalurgi FT UI),
5. *measuring microscope* untuk melihat jejak indentasi (Laboratorium Uji Merusak/Metalografi, Jurusan Metalurgi FT UI),
6. mikroskop optik dan kamera untuk foto mikro sampel (Laboratorium Uji Merusak/Metalografi, Jurusan Metalurgi FT UI),
7. alat-alat pendukung, seperti: penjempit, sarung tangan, alat ukur dan alat tulis.

III.4 PROSEDUR PENELITIAN

III.4.1 Pengamatan Visual

Sebagai awal dari penelitian analisa kegagalan, yang pertama kali dilakukan adalah pengamatan visual terhadap pipa yang mengalami kegagalan. Hal ini dilakukan untuk menentukan bagian-bagian mana saja yang perlu untuk dilakukan penelitian selanjutnya

III.4.2 Pengambilan Sampel

Setelah dilakukan pengamatan visual, maka tahap selanjutnya adalah pengambilan sampel dari beberapa bagian pada gardan tersebut. Untuk pengujian fraktografi bagian yang diambil adalah bagian yang retak, dimana diperlukan kehati-hatian dalam pengambilannya agar tidak merusak permukaan patahan, karena permukaan patahan ini merupakan salah satu bagian yang penting yang dapat memberikan informasi untuk mengetahui penyebab kegagalan.

Untuk pengujian metalografi bagian yang diambil sebagai sampel adalah bagian yang dekat dan jauh dari tempat terjadinya kegagalan, sehingga dapat kita bandingkan data hasil yang didapat dari lokasi tersebut. Hal ini juga berlaku untuk pengujian kekerasan, yaitu pengukuran kekerasan juga dilakukan pada bagian yang dekat dan jauh dari retak. Untuk pengujian komposisi kimia, sampel yang diambil dari bagian yang jauh dari patahan gardan.

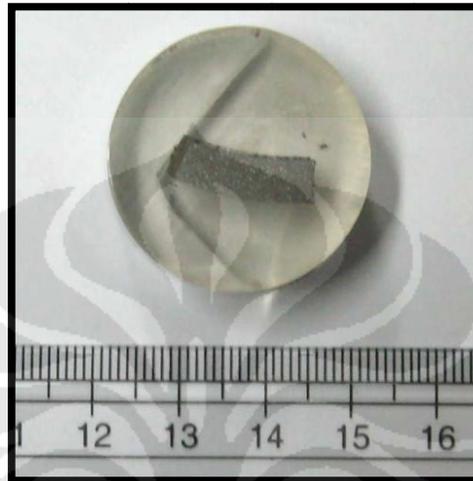
III.4.3 Preparasi Sampel

Sampel yang akan digunakan adalah potongan gardan yang rusak yang dipotong menggunakan gergaji sesuai dengan ukuran. Sampel yang digunakan sebanyak 13 potong dengan berbagai macam ukuran. Ukuran, disesuaikan dengan kebutuhan dalam melakukan proses perlakuan panas di dalam dapur pemanas.

Permukaan sampel dihaluskan dengan cara diampas, mulai dari ampas yang paling kasar ampas 120#, sampai ampas yang paling halus, yaitu 1500#. Selain untuk mendapatkan permukaan yang cukup halus rata, pengampasan juga dilakukan untuk menghasilkan oksida yang dapat mengganggu pengujian selanjutnya.

III.4.4 Pengamatan dan Pengujian

Pengujian dilakukan pada sampel gardan yang telah di potong menjadi 12 bagian. Dilakukan proses perlakuan panas pada sampel dan selanjutnya *dimounting* untuk kemudian dilakukan pengamatan struktur mikro dan uji kekerasan.



Gambar III.5. Potongan Gardan Yang Telah di *Mounting*

III.4.4.1 Pengamatan Fraktografi

Pengujian awal yang dilakukan adalah pengamatan fraktografi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bentuk perpatahan dan cukup dengan melihat struktur makro dari sampel. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengujian fraktografi ini, sampel yang diambil tidak perlu melalui proses preparasi seperti diampelas, dipoles, dsb, tetapi cukup hanya diambil cuplikan pada permukaan yang patah dan langsung diamati di bawah mikroskop optik dan diabadikan dengan foto atau yang lebih dikenal dengan foto makro. Karena apabila melalui preparasi sampel maka bentuk perpatahannya akan hilang.

III.4.4.2 Pengujian Komposisi

Pengujian komposisi diperlukan untuk mengetahui komposisi unsur-unsur, termasuk unsur paduan yang terkandung dalam material besi tuang kelabu. Selain itu, agar proses perlakuan panas yang dilakukan dapat ditentukan suatu metode perlakuan panas yang efektif karena adanya unsur-unsur paduan yang terdapat

pada material tersebut. Pengujian komposisi ini dilakukan dengan menggunakan alat spektrometryang terdapat di Jurusan Metalurgi FT UI.

Dalam pengujian komposisi, material gardan yang rusak dipotong secukupnya. Selajutnya, dilakukan *cil* pada potongan gardan tersebut. Proses *cil* ini, potongan gardan dilebur kembali hingga mencair dan selajutnya didinginkan dengan cepat. Proses ini bertujuan melarutkan karbon bebas (*grafit*) yang terdapat pada potongan gardan. Proses ini harus dilakukan pada meterial yang terbuat dari proses besi tuang agar mendapatkan nilai komposisi yang presisi.

III.4.4.3 Pengamatan Struktur Mikro

Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk mengetahui pengaruh temperatur dan waktu tahan terhadap perubahan mikro struktur dan fasa yang terjadi. Perubahan yang terjadi bisa dilihat dari perubahan pada grafit dan matriks yang terdapat pada material ini. Standar pengujian yang digunakan adalah ASTM E 3-95. Adapun tahapan dari persiapan sampel untuk pengamatan struktur mikro ialah sebagai berikut:

- a) menyiapkan sampel yang akan diamati,
- b) membuat *mounting* pada sampel untuk memudahkan *handling* pada saat pengerjaan berikutnya;
- c) mengamplas permukaan sampel dengan menggunakan amplas 120#, 240#, 400#, 600#, 800#, 1000#, dan 1500# (dari kasar hingga halus) dengan menggunakan air untuk mendapatkan permukaan sampel yang rata dan halus,
- d) memoles permukaan sampel yang telah rata dan halus dengan zat poles alumina yang dituangkan di atas kain beludru hingga permukaan sampel mengkilat dan bebas dari goresan,
- e) membilas permukaan sampel dengan air dan alkohol kemudian mengeringkannya dengan *hair dryer*,
- f) mencelupkan permukaan sampel ke dalam zat etsa nital 2%, dan
- g) mengamati permukaan sampel dan memfoto daerah struktur mikro yang representatif dengan menggunakan mikroskop optik perbesaran 100 dan 500 kali,



Gambar III.6 Mikroskop Optik



Gambar III.7 Mesin Amplas dan Poles

III.4.4.4. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui kekerasan material hubungan antara temperatur dan waktu tahan dengan nilai kekerasan material, serta mengetahui perbandingan dari beberapa perlakuan sampel terhadap nilai kekerasan yang dihasilkan. Pengujian ini menggunakan metode *Brinell* dengan indenter bola baja berdiameter 3,16 mm. Standar pengujian yang digunakan adalah ASTM E-10. Adapun tahapan pengujian kekerasan *Brinell* ialah sebagai berikut:

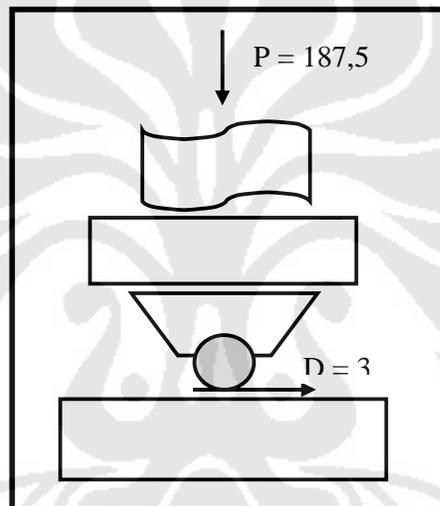
- a) mengamplas permukaan sampel yang akan dijejak hingga rata dan halus,
- b) memasang indenter bola baja berdiameter 3,16 mm dan mengatur beban sebesar 187,5 Kg,
- c) melakukan indentasi (penjejakan) pada tiap sampel sebanyak 3 titik dengan waktu tahan indentasi selama 15 detik,
- d) mengukur diameter jejak secara vertikal dan horizontal dengan menggunakan *measuring microscope*,

- e) mencatat hasil pengukuran jejak kemudian menghitung nilai kekerasan sampel dengan rumus:

$$\text{BHN} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

dengan:

- BHN = nilai kekerasan (Kg/mm^2)
P = beban (187,5 Kg)
D = diameter indenter (3,16 mm)
d = diameter jejak (mm)



Gambar III.8 Skematis Prinsip Indentasi dengan Metode *Brinell* (skala 3:1)



Gambar III.9 Alat Uji Kekerasan *Brinell*



Gambar III.10 *Measuring Microscope*