

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen, dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh suhu *tempering* terhadap sifat mekanik baja paduan rendah AISI 4340. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja paduan rendah AISI 4340. Jumlah sampel yang dibuat ada 12 buah sampel yang digunakan untuk 4 jenis pengujian. Sampel dari tiap jenis pengujian ada 4 buah, dimana sampel kesatu digunakan sebagai sampel awal dan ketiga sampel dikenakan *hardening* pada suhu 900°C. Selanjutnya sampel yang telah mengalami proses *hardening* dicelupkan dalam oli sebagai media pendingin. Proses selanjutnya untuk ketiga sampel tersebut yaitu proses *tempering* dengan suhu yang berbeda yaitu 400°C, 500°C, dan 600°C. Selanjutnya sampel yang telah mengalami proses *tempering* didinginkan dalam tungku *temper*. Kemudian, semua sampel dilakukan pengujian kekerasan, kekuatan tarik, ketangguhan (impak), dan struktur mikro.

#### 3.2 Waktu dan Tempat

Hari : Senin - Jum'at

Tanggal : 22 Februari–31 Maret 2011

Tempat : Balai Besar Logam dan Mesin Jl. Sangkuriang No.12 Bandung

### 3.3 Alat dan Bahan

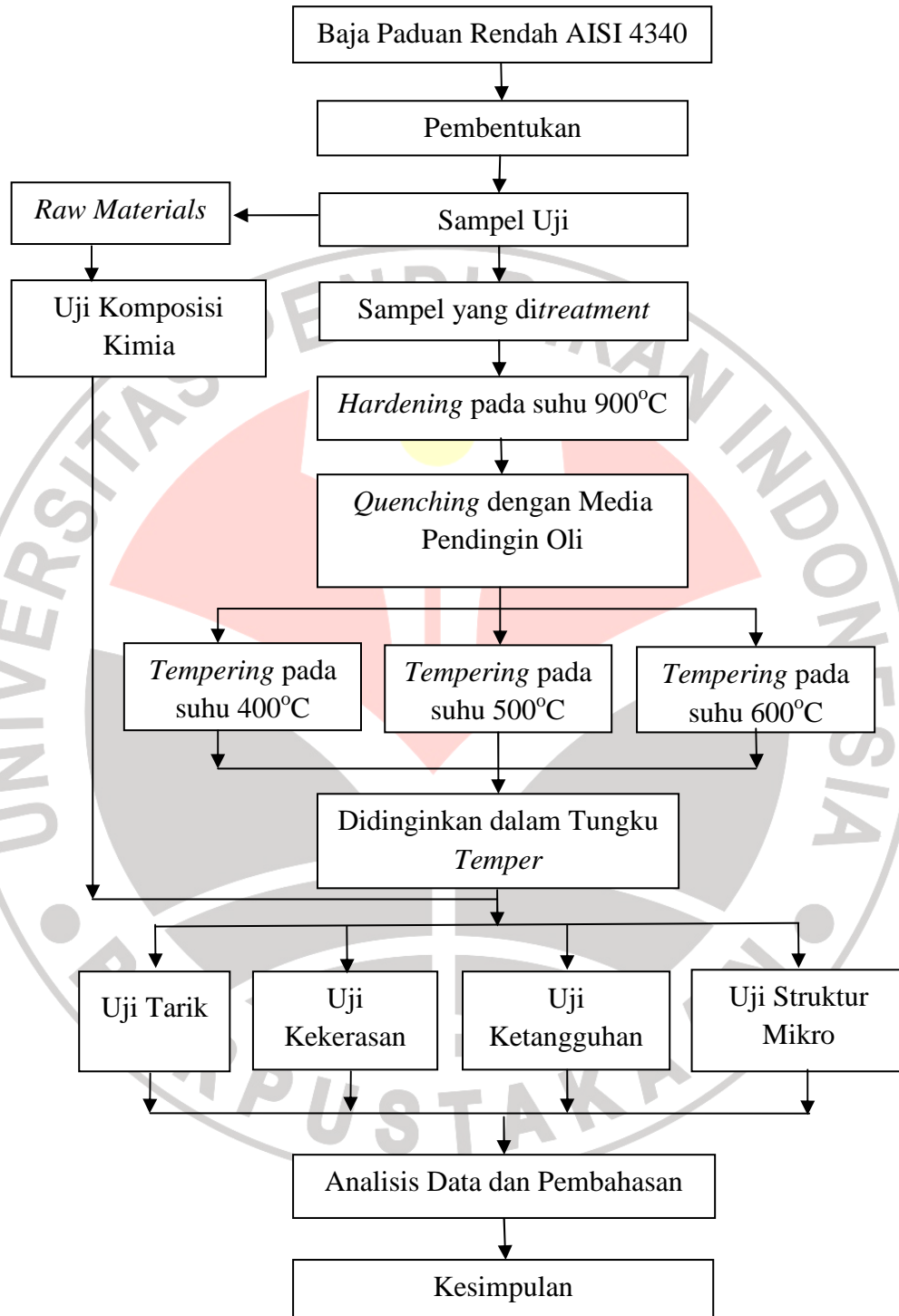
Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Alat uji komposisi kimia yaitu spektrometer merek Archmet-8000, bahan pembersih, printer, dan blok kalibrasi.
2. Alat *hardening-quenching-tempering* yaitu tungku pemanas merek DEGUSA, tang penjepit, bak berisi oli, sarung tangan, dan masker.
3. Alat uji kekerasan yaitu mesin uji kekerasan metode Rockwell merek AFRI.
4. Alat uji tarik yaitu mesin uji tarik merek MFL dengan kapasitas 20 ton, jangka sorong, kertas grafik, dan penggaris.
5. Alat uji ketangguhan yaitu mesin uji dimensi merek Deltronic dan mesin uji impak metode Charpy.
6. Alat uji struktur mikro yaitu mikroskop optik, mesin Knuth Rotors, dan alat pemoles.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Baja paduan rendah AISI 4340
2. Oli
3. Air
4. Kertas ampelas
5. Alumina
6. 1% Nital (1 ml  $\text{HNO}_3$  + 100 ml *Methanol* 95%)

### 3.4 Diagram Alir Penelitian



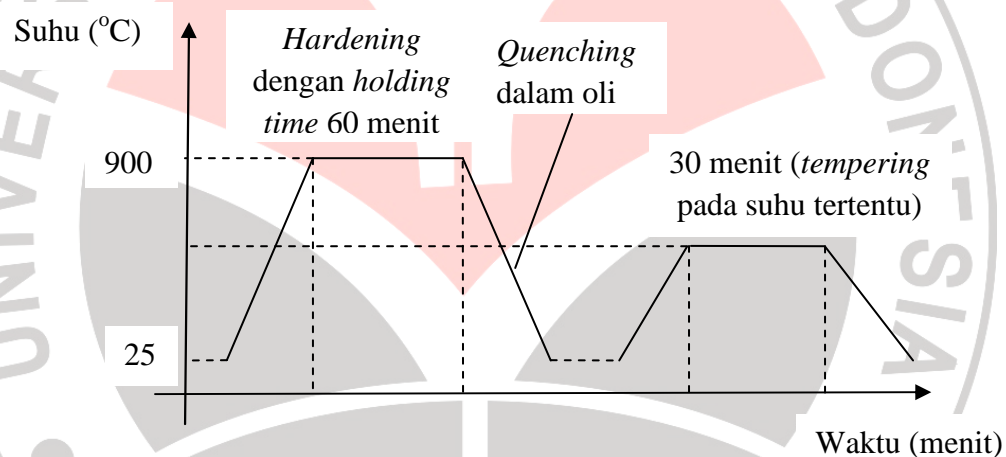
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

### 3.5 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

Urutan dalam penelitian ini dimulai dari pemilihan material dasar (*raw materials*) yang dilakukan pada awal kegiatan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan material baja yang sesuai kriteria penelitian. Selanjutnya mempersiapkan mesin dan alat-alat yang akan digunakan untuk penelitian. Persiapan ini dilakukan untuk memastikan semua mesin dan alat-alat tersebut dalam kondisi siap digunakan. Setelah persiapan buat penelitian selesai, maka selanjutnya proses pembuatan sampel dimulai dengan proses pemotongan, pembentukan, dan penomoran sampel baja paduan rendah AISI 4340 sesuai standar *American Standard for Testing and Material* (ASTM) menjadi sampel *raw materials* dan sampel yang akan diberikan *treatment*. Pada penelitian ini, sampel dibuat sebanyak 12 buah yang terdiri dari 4 jenis pengujian yaitu 4 buah untuk uji tarik, 4 buah untuk uji kekerasan dan struktur mikro, dan 4 buah untuk uji ketangguhan. Masing-masing terdiri dari 4 buah sebagai pembanding utama (*raw materials*) dengan yang *ditreatment*. Sesudah proses pembuatan sampel selesai maka selanjutnya dilakukan uji komposisi kimia pada sampel *raw materials*. Hal ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia yang terkandung dalam bahan sampel atau persentase dari tiap unsur pembentuk bahan sampel misalnya C, Si, Fe, Cu, Mn, Al dan unsur lainnya. Sedangkan untuk sampel selain *raw materials* disiapkan untuk dilakukan proses perlakuan panas.

Perlakuan panas dilakukan dalam tungku pemanas, yang pertama yaitu proses *hardening* pada suhu 900°C dengan *holding time* 60 menit dan *diquenching* dengan menggunakan media oli sampai benar-benar merata pada seluruh lapisan sampel dan sampai benar-benar dingin. Sampel selain *raw materials* dikenai proses ini. Proses

selanjutnya adalah proses *tempering*. Sampel yang dikenai *tempering* dimasukkan ke dalam tungku pemanas yang khusus untuk proses *tempering*, lalu distel dari suhu ruang ke suhu yang divariasikan yaitu mulai suhu 400°C, 500°C, dan 600°C, kemudian ditahan selama 30 menit dan didinginkan dalam tungku sampai suhu ruang. Hal ini dilakukan dengan tujuan agar pemanasan benar-benar merata pada seluruh lapisan sampel. Proses pemanasan pada proses *tempering* dapat dilihat pada Gambar 3.2. Langkah berikutnya adalah menyiapkan sampel yang sudah *ditempering* untuk dilakukan pengujian mekanik.

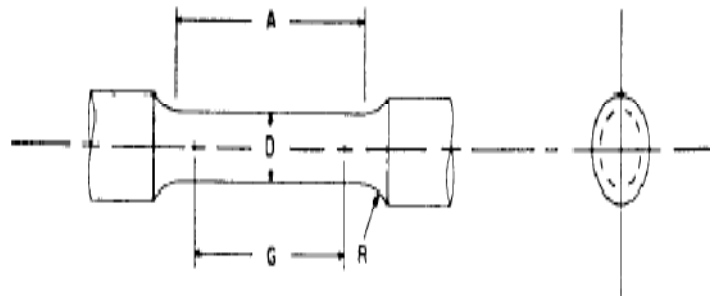


**Gambar 3.2** Grafik pemanasan pada proses *tempering*

### 3.5.1 Pengujian Kekuatan Tarik

Pelaksanaan uji tarik dilakukan di laboratorium pengujian sifat mekanik di Balai Besar Logam dan Mesin. Standar uji yang digunakan dalam pengujian kuat tarik yaitu ASTM E8-01 dengan jumlah sampel 4 buah yang terdiri dari 1 buah untuk *raw materials* dan 3 buah untuk sampel yang dilakukan *heat treatment*. Gambar sampel uji tarik dapat dilihat pada Gambar 3.3. Prinsip uji tarik yang dilakukan yaitu

dengan cara mengklem kedua ujung batang uji standar pada mesin uji tarik, kemudian batang uji ditarik ujung atasnya secara terus-menerus sampai patah.



**Gambar 3.3** Skema batang uji kuat tarik (ASTM E8-01, 2004)

Keterangan dari gambar skema batang uji kuat tarik baja AISI 4340 adalah sebagai berikut:

R: 30 mm

G: 50 mm

D: 12,5 mm

A: 60 mm

Mesin uji tarik yang digunakan dalam penelitian ini hanya menghasilkan data keluaran berupa hubungan antara beban terhadap perubahan panjang batang uji. Meskipun demikian, perubahan panjang batang dari batang uji sendiri tidak ditentukan secara langsung dalam mesin uji tarik, akan tetapi ditentukan melalui perhitungan langsung perubahan panjang pada batang uji (pengukuran secara manual). Penghitungan kuat tarik dilakukan dengan menggunakan persamaan:

$$\sigma_u = \frac{F_m}{A_0} \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana:

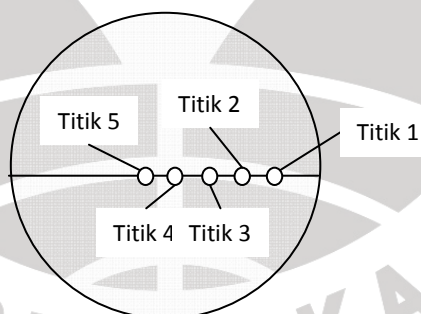
$\sigma_u$  : kuat tarik (Kg/mm<sup>2</sup> atau N/mm<sup>2</sup>)

$F_m$  : beban maksimum (Kg)

$A_0$  : luas penampang mula-mula (mm<sup>2</sup>)

### 3.5.2 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan pada penelitian ini dilakukan pada semua sampel, kemudian dibandingkan antara kekerasan sampel *raw materials* dengan kekerasan sampel yang dilakukan proses *tempering*. Pengujian kekerasan ini dilakukan dengan menggunakan metode Rockwell yang bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap indentor intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Untuk memudahkan pada saat pengujian ini maka sampel uji perlu diampelas agar permukaannya rata. Proses pengampelasan dilakukan dengan mesin Knuth Rotors. Setelah permukaan sampel mengkilat dan rata maka dilakukanlah uji kekerasan Rockwell. Setiap masing-masing sampel, diuji sebanyak lima titik indentasi yang kemudian diambil rata-ratanya. Hasil pengujian kekerasan dapat terlihat dalam mesin pengujian kekerasan Rockwell merek AFRI. Bentuk sampel uji kekerasan dapat terlihat seperti gambar dibawah ini.

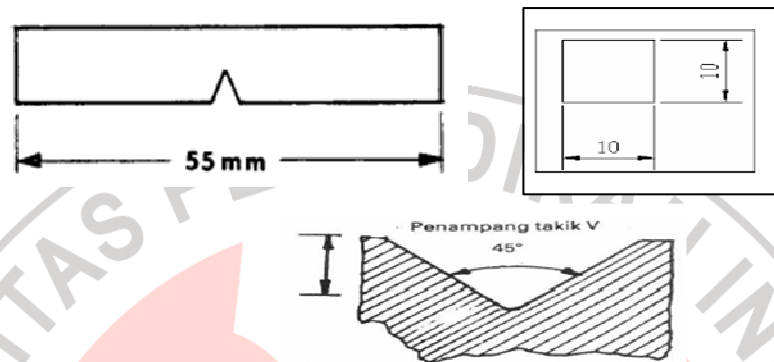


**Gambar 3.4** Titik-titik indentasi pada pengujian kekerasan

### 3.5.3 Pengujian Ketangguhan (Impak)

Pada uji impak Charpy kita mengukur energi yang diserap untuk mematahkan benda uji. Setelah benda uji patah, bandul berayun kembali. Makin besar energi yang diserap makin rendah ayunan kembali dari bandul. Energi patahan yang diserap biasanya dinyatakan dalam satuan *Joule*. Dalam penelitian ini, sampel uji dibentuk

berdasarkan standar ASTM E23-07a dengan jumlah sampel 4 buah yang terdiri dari 1 buah untuk *raw materials* dan 3 buah untuk sampel yang dilakukan *heat treatment*. Gambar bentuk sampel uji impact dapat dilihat pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5** Skema benda uji impact dan takik (ASTM E23-07a)

Prinsip dari pengujian impact ini adalah apabila benda uji diberi beban kejut, maka benda akan mengalami proses penyerapan energi sehingga terjadi deformasi plastis yang mengakibatkan patah. Untuk mengetahui ketahanan benda terhadap keadaan patah, maka digunakan metode pengujian *Impact Charpy*.

Langkah-langkah pengujian impact Charpy adalah sebagai berikut:

1. Mengukur dimensi sampel uji yaitu tebal, lebar, luas penampang, sudut takikan, dan radius takikan.
2. Mengangkat beban palu.
3. Meletakkan sampel pada batang uji atau penumpu dengan bantuan penjepit.
4. Lepaskan palu dan biarkan palu mematahkan benda uji
5. Catat energi serap yang ditunjukkan oleh jarum pada alat uji *impact*.
6. Hitung harga impact berdasarkan persamaan:

$$K_c = \frac{E_{\text{serap}}}{A_0} \dots \dots \dots (3.2)$$



Dimana:

$K_c$  : nilai impak Charpy ( $J/mm^2$ )

$E_{serap}$  : energi yang diserap (J)

$A_o$  : luas penampang mula-mula di bawah takik dari batang uji ( $mm^2$ )

### 3.5.4 Pengujian Struktur Mikro

Persiapan yang harus dilakukan sebelum mengamati struktur mikro adalah pemotongan sampel, pengampelasan dan pemolesan dilanjutkan pengetsaan. Setelah dipilih sampel uji dan diratakan permukaannya, selanjutnya proses pengampelasan mulai dari yang terkasar sampai yang terhalus. Kertas ampelas yang digunakan yaitu 60, 400, 600, dan 800 mesh. Ketika sampel uji sedang dihaluskan di atas kertas ampelas harus selalu dialiri air bersih secara kontinyu. Tujuannya untuk menghindari timbulnya panas dipermukaan sampel uji yang kontak langsung dengan kertas ampelas. Hasil preparasi ini diperoleh permukaan sampel uji dengan goresan-goresan yang searah, halus, dan homogen. Sampel yang telah melalui proses penghalusan dengan mesin Knuth Rotors kemudian dihaluskan lagi sampai mengkilap seperti cermin menggunakan *polishing machine* yang menggunakan beludru sebagai penghalus. Selama proses *polishing* harus dialiri air dan krim alumina agar permukaannya benar-benar mengkilap tanpa goresan. Kemudian, sampel di etsa menggunakan larutan nital dan selanjutnya dilakukan pengujian struktur mikro dengan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 400x.