

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Waktu yang digunakan untuk penelitian ini adalah selama empat bulan, yang dimulai dari bulan Februari sampai dengan bulan Mei 2017. Tempat pelaksanaan proses penelitian antara lain adalah sebagai berikut:

1. Tempat untuk pembuatan cetakan logam (*die casting*) dilakukan di UPT Logam, Nitikan, Yogyakarta. Proses pengerjaan dilakukan dengan cara pemesinan.
2. Tempat penelitian berupa pembuatan bahan (spesimen) dengan cara pengecoran paduan aluminium dilakukan di IKM Pengecoran Logam, Nitikan, Yogyakarta, menggunakan dapur peleburan.
3. Pembuatan spesimen uji dilakukan di Laboratorium Bahan, Departemen Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Proses pengerjaan dilakukan dengan cara pemesinan.
4. Sedangkan untuk pengujian spesimen dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik, Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian struktur mikro, pengujian kekerasan dan pengujian tarik.

3.2 Bahan Penelitian

Pada pelaksanaan penelitian ini bahan yang digunakan untuk peleburan adalah aluminium profil bekas (Al) dan (Al-Si) diambil dari piston bekas.

Inokulan sebagai penghalus butir menggunakan penambahan unsur titanium baron (Ti-B).

1. Aluminium (Al)

Dalam proses peleburan ini, digunakan bahan aluminium bekas yang diperoleh dari tempat pengecoran logam. Dan untuk aluminiumnya diperoleh dari blok mesin bekas, kemudian dilebur dan dicetak kecil-kecil Aluminium bekas yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 800 gram atau 0,8 kg atau 40%. Alasan penggunaan aluminium karena aluminium merupakan logam ringan serta mempunyai sifat yang ringan, ketahanan korosi yang baik serta hantaran listrik dan panas yang baik, mudah dibentuk baik melalui proses pembentukan maupun permesinan, dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam.



Gambar 3.1 Aluminium bekas

2. Silikon (Si)

Silikon merupakan salah satu dari beberapa unsur yang dapat dicampur dengan aluminium. Unsur silikon bisa didapatkan didalam kandungan piston bekas. Piston bekas ini kebanyakan didapat dari tempat persewaan alat-alat berat, karena disana terdapat banyak piston bekas yang sudah tidak dipakai, selain itu untuk ukuran pistonnya besar-besar sehingga mudah untuk mendapatkannya

dengan jumlah yang banyak dan dengan ukuran yang besar. Piston bekas yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 1200 gram atau 1,2 kg atau 60%.



Gambar 3.2 Piston bekas

Alasan penggunaan prosentase 60% Al-Si (piston bekas) adalah karena unsur silikon pada paduan aluminium pada piston bekas memiliki keuntungan diantaranya adalah: memudahkan proses *flow* dan *casting*, memudahkan proses *welding*, memperkecil daya lentur dan dapat juga mencegah perubahan suhu yang terlalu cepat.

3. Titanium Baron (Ti-B)

Tambahan titanium-baron (Ti-B) berfungsi sebagai inokulan yaitu sebagai penghalus butir pada hasil peleburan. Titanium-baron (Ti-B) ini memiliki harga yang mahal, akan tetapi penggunaannya untuk campuran peleburan tidak banyak, akan tetapi hanya membutuhkan sedikit saja. Titanium-baron yang digunakan dalam penelitian ini sebesar 50 gram atau 0,05 kg atau 2,5%.



Gambar 3.3 Ti-B (*Titanium-Baron*)

Alasan penggunaan unsur tambahan Ti-B sebesar 2,5% adalah dikarenakan penambahan penghalus butir Ti-B pada paduan Al-(Al-Si) dapat mempengaruhi bentuk pori, dimana pori tumbuh pada batas butir dan menghasilkan pori berbentuk bulat, sehingga bentuk permukaan jadi lebih halus karena ada penambahan Ti-B pada proses pengecoran.

Ti-B sangat penting sekali dalam memperbaiki sifat dari aluminium paduan seperti sifat mekanis, mengurangi porositas, lebih tahan terhadap retak panas (*hot cracking*), merubah struktur dan memperbaiki hasil akhir pada permukaannya, serta dapat juga mengurangi gelembung udara pada saat pengecoran sehingga tidak mudah mengalami retak pada hasil pengecoran.

Penambahan unsur tambahan Ti-B sebesar kurang dari 1% pada saat pengecoran akan membuat cairan menjadi kurang kental, dan apabila ditambahkan lebih dari 1% maka akan menyebabkan cairan menjadi kental. Sehingga dapat diambil kesimpulan yaitu semakin banyak penambahan Ti-B pada saat pengecoran maka akan menyebabkan cairan akan semakin kental sehingga tingkat kekentalan menjadi naik. Penggunaa unsur tambahan Ti-B idealnya dalam jumlah yang sedikit atau tidak terlalu banyak, karena bertujuan agar didapatkan hasil yang baik dengan adanya unsur tambahan tersebut pada paduan hasil pengecoran.

3.3 Alat Penelitian

1. Timbangan digital, digunakan untuk uji density (berat jenis).
2. Mesin uji tarik, digunakan untuk menguji tarik dari suatu material.

3. Mesin uji kekerasan, menggunakan uji kekerasan vickers untuk mengetahui kekerasan bahan.
4. Mikroskop optik, untuk pengamatan struktur mikro dari suatu material dengan perbesaran yang dipakai pada mikroskop optik sebesar 200 X pembesaran.
5. Dan alat-alat lainnya yang digunakan adalah seperti:
 - a. Mesin *cutting*
 - b. Gergaji besi
 - c. Kikir besi
 - d. Gerinda tangan
 - e. Ragum
 - f. Cetakan spesimen
 - g. Dapur peleburan
 - h. Ladel
 - i. Thermocopel tipe-tembak
 - j. Sarung tangan kerja
 - k. Kaca mata kerja
 - l. Masker

3.4 Metode

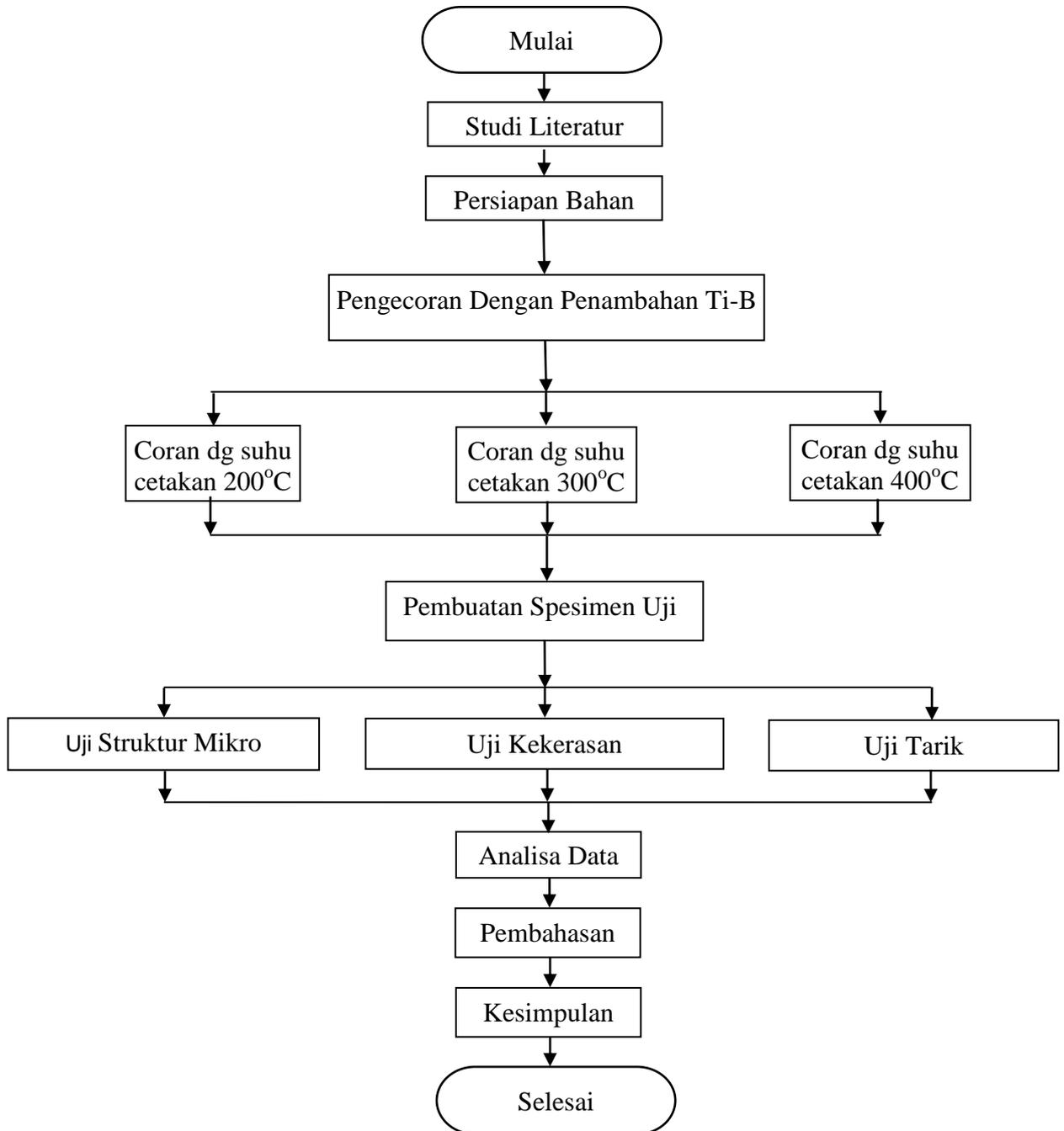
Dalam penelitian ini dilakukan proses pengecoran aluminium profil dan aluminium dari piston bekas yang mengandung unsur silikon dengan penambahan unsur Ti-B sebagai penghalus butir. Pengamatan yang dilakukan adalah struktur mikro dan sifat mekanik yang terjadi akibat dari variasi suhu cetakan 200°C, 300°C dan 400°C.

3.5 Prosedur Penelitian

1. Bahan yang harus disiapkan terlebih dahulu adalah piston bekas. Kemudian setelah itu piston bekas dipotong kemudian ditimbang menggunakan timbangan *digital* untuk menentukan ukurannya.
2. Kemudian setelah itu menyiapkan Ti-B dan memotongnya untuk menentukan ukurannya dengan cara ditimbang menggunakan timbangan *digital*,

3. Setelah itu menyiapkan alumunium dengan ditimbang menggunakan timbangan *digital* juga sesuai ukuran yang ditentukan.
4. Setelah siap semua bahan yang dibutuhkan untuk peleburan maka barulah dibawa ke tempat peleburan logam untuk dilakukan peleburan.
5. Sebelum dilakukan peleburan, terlebih dahulu disiapkan cetakan spesimen, yang telah ditentukan sebelumnya ukurannya. Cetakan spesimen terbuat dari besi yang memiliki titik cair yang tinggi.
6. Kemudian barulah memulai peleburan dengan menggunakan dapur peleburan yang telah disiapkan. Apabila suhu didapur peleburan sudah siap untuk mencairkan paduan aluminium maka masukkan aluminium dan piston bekas ke tungku peleburan, tunggu paduan sampai mencair sempurna, setelah itu baru dimasukkan unsur tambahan berupa Ti-B.
7. Kemudian setelah logam mencair sempurna barulah cetakan dipanaskan sesuai suhu yang telah ditentukan.
8. Selanjutnya barulah cairan logam dituangkan kedalam cetakan tadi dengan menggunakan ladel.
9. Setelah itu menyiapkan spesimen untuk pengujian hasil peleburan, dengan cara pemesinan.
10. Tahap yang terakhir adalah pengujian spesimen yang telah selesai dibuat tadi, dengan beberapa pengujian, seperti uji struktur mikro, uji kekerasan dan uji tarik. Setelah selesai dilakukan pengujian maka barulah dilakukan pengolahan data.

3.6 Alur Penelitian



Gambar 3.4 Diagram alir penelitian

3.7 Cetakan Logam (*Die Casting*)

Cetakan yang digunakan dalam proses pengecoran kali ini adalah cetakan logam. Logam dipotong dengan ukuran yang sudah ditentukan, yaitu untuk ukuran spesimen dengan lebar 20cm x 20cm dan tebal 5mm. Model cetakan ini adalah seperti model penjepit yang memiliki dua pegangan untuk menjepit dan memiliki satu engsel serta mempunyai satu rongga dibagian atas cetakan untuk menuangkan cairan ke dalam cetakan. Bentuk dari cetakan tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Perlu diperhatikan bahwa sebelum logam cair dituang ke dalam cetakan, cetakan terlebih dahulu dipanaskan sesuai dengan variasi suhu yang telah ditentukan.

3.8 Pengujian Spesimen

Spesimen yang disiapkan untuk pengujian berjumlah 12 sampel yaitu:

- a. Pengujian kekerasan *vickers* dan uji struktur mikro 3 spesimen.
- b. Pengujian tarik 9 spesimen.

Macam-macam pengujian yang dilakukan pada penelitian ini antara lain:

1. Pengujian kekerasan *vickers*.

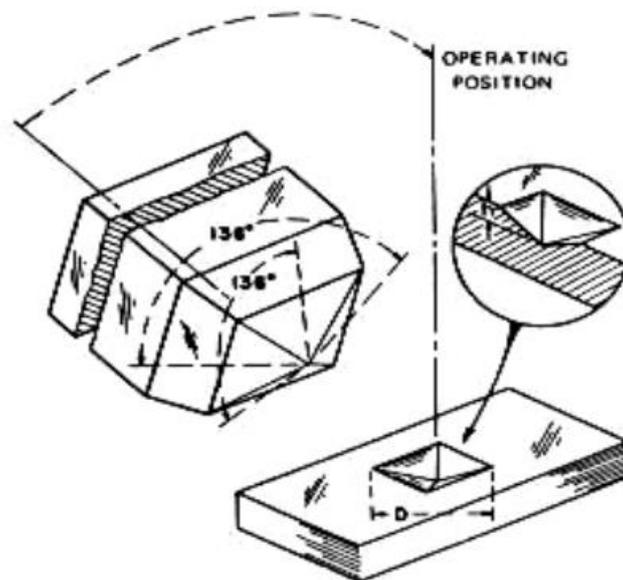
Yang dimaksud dengan kekerasan adalah daya tahan suatu bahan (permukaan bahan) terhadap penetrasi atau indentasi (penusukan atau pemasukan) bahan lain yang lebih keras, dengan bentuk tertentu dibawah pengaruh daya tertentu. Pengujian ini didasari pada kemampuan permukaan untuk menerima beban dari mesin uji kekerasan. Dengan diketahui kekerasan suatu benda maka dapat diketahui gambaran tentang kekuatan benda tersebut.

Pengujian kekerasan dimaksudkan untuk mengetahui harga kekerasan benda uji pada beberapa bagian kemudian akan diketahui distribusi kekerasan dari benda uji tersebut, sehingga nanti bisa didapatkan hasil kekerasan terbaik melalui pengujian kekerasan *vickers* ini. Pengujian dilakukan dengan mesin uji keras (*Vickers Hardness Testing Machine*) dengan cara melakukan penekanan pada sampel menggunakan penekan berbentuk piramida intan yang dasarnya bujur sangkar. Besarnya sudut puncak indentor piramida intan 136° .

Penyiapan benda uji pada pengujian ini adalah sama dengan penyiapan benda uji struktur mikro, dimana diperlukan permukaan yang halus untuk mempermudah dalam pengambilan titik uji. Pengujian kekerasan sistem *vickers* juga berdasarkan atas kedalaman penetrasi, namun dalam perhitungan yang digunakan adalah diameter bekas penetrasi. Penetrator yang digunakan berbentuk piramida bersudut puncak 136° dengan pembebanan 30 kg. Bekas injakan penetrator diamati dengan menggunakan mikroskop untuk diukur panjang diagonal rata-rata injakan penetrator. Besarnya angka kekerasan dihitung berdasarkan persamaan:

$$\text{VHN} = \frac{2P \sin\left(\frac{\theta}{2}\right)}{d^2} = \frac{(1,854)P}{d^2}$$

VHN = *Vickers Hardness Number*
P = Beban yang digunakan (kg)
D = Panjang diagonal rata-rata (mm)
 Θ = Sudut antara permukaan intan yang berhadapan = 136°



Gambar 3.5 Skematis Prinsip indentasi dengan metode kekerasan *vickers*



Gambar 3.6 Alat uji kekerasan *vickers* (*Vickers Hardness Tester*)

Langkah pengujian kekerasan *vickers* adalah:

1. Benda uji disiapkan untuk dilakukan uji kekerasan.
2. Benda uji diletakkan pada landasan yang sesuai.
3. Meletakkan penetrator pada benda uji.

4. Memberikan pembebanan sebesar 30 Kg.
5. Menunggu saat pembebanan selama kira-kira 15 menit.
6. Mengangkat pembebanan dari permukaan bahan.
7. Melihat hasil uji kekerasan yang ditampilkan pada layar monitor.
8. Mengulangi pengujian seperti langkah-langkah diatas sebanyak 9 kali pada tempat yang berbeda-beda.
9. Panjang diagonal diukur dengan skala pada mikroskop pengukur jejak.

Hasil identifikasi uji *vickers* yang berbentuk persegi empat dapat dilihat melalui perbesaran pada mikroskop:

Pembesaran 50 : 1 milimeter 18 strip

Pembesaran 100 : 1 milimeter 36 strip

Pembesaran 200 : 1 milimeter 72 strip

2. Pengujian struktur mikro

Pengamatan perubahan struktur mikro akibat pengaruh variasi suhu cetakan diamati dengan pengujian metalografi yang dilakukan pada spesimen uji. Pengujian struktur mikro ini bertujuan untuk mengamati struktur mikro pada paduan Al-Si + Ti-B, terutama untuk mengamati perubahan struktur mikro dari material yang diakibatkan dari proses peleburan dengan menggunakan variasi suhu cetakan.

Penyiapan spesimen untuk pengujian struktur mikro sama dengan persiapan untuk pengujian kekerasan *vickers*. Penyiapan spesimen dilakukan dengan cara memotong spesimen, kemudian dibingkai dengan resin dan selanjutnya dilakukan pengamplasan kemudian pemolesan serta pemberian larutan kimia (etsa). Pengamplasan dilakukan dengan kertas amplas yang bertingkat kekasarannya sedangkan pemolesan



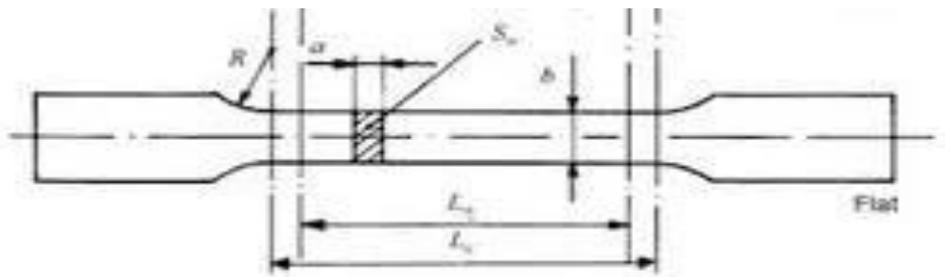
dilakukan dengan autosol dan kain bludru. Sampel yang telah mengkilap dietsa dengan larutan kimia yaitu dengan menggunakan NaOH + H₂O 50%, untuk tahap selanjutnya diamati struktur mikronya dengan menggunakan mikroskop optik.

Gambar 3.7 Mikroskop optik (*Metallurgical Microscope Invertgo Tipe*)

3. Pengujian tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dari spesimen. Sifat mekanik yang dipelajari adalah kekuatan tarik. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui tegangan tarik, tegangan luluh dan regangan pada bahan pembuatan poros berulir (*screw*). Urutan proses pengujian tarik yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan panjang (L_0) dan diameter awal (d_0).
2. Kemudian benda uji diletakkan pada mesin uji tarik pada alat penjepit.
3. Akibat gaya/beban tarik yang diberikan pada benda uji, maka benda uji akan mengalami pertambahan panjang dan pada saat beban tertentu benda uji akan putus.
4. Mengamati dan mencatat besarnya beban yang diterima oleh benda uji dan dicatat sebagai beban maksimum.
5. Mengukur pertambahan panjang yang dialami benda uji setelah benda uji yang patah tersebut disambung kembali.



Gambar 3.8 Bentuk spesimen untuk pengujian tarik model pelat

Kekuatan tarik merupakan kemampuan bahan untuk menerima beban tarik. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik, dengan cara menjepit sampel dengan kuat dan beban diberikan secara kontinyu sampai sampel tersebut putus. Sifat-sifat mekanis yang diharapkan untuk diketahui adalah kekuatan (tegangan) tarik, kekuatan luluh dan regangan dengan perhitungan menggunakan rumus berikut:

$$\sigma_u = \frac{F_u}{A_0} \quad \sigma_u : \text{Tegangan tarik (N/mm}^2\text{)}$$

P_u : Beban tarik (kN)

A_o : Luas penampang tarik mula-mula (mm²)

ε : Regangan (%)

$$\varepsilon = \frac{L - L_o}{L_o} \times 100\%$$

L_o : Panjang awal spesimen (mm)

L : Panjang akhir spesimen (mm)



Gambar 3.9 Alat pengujian tarik (*Universal Testing Material*)