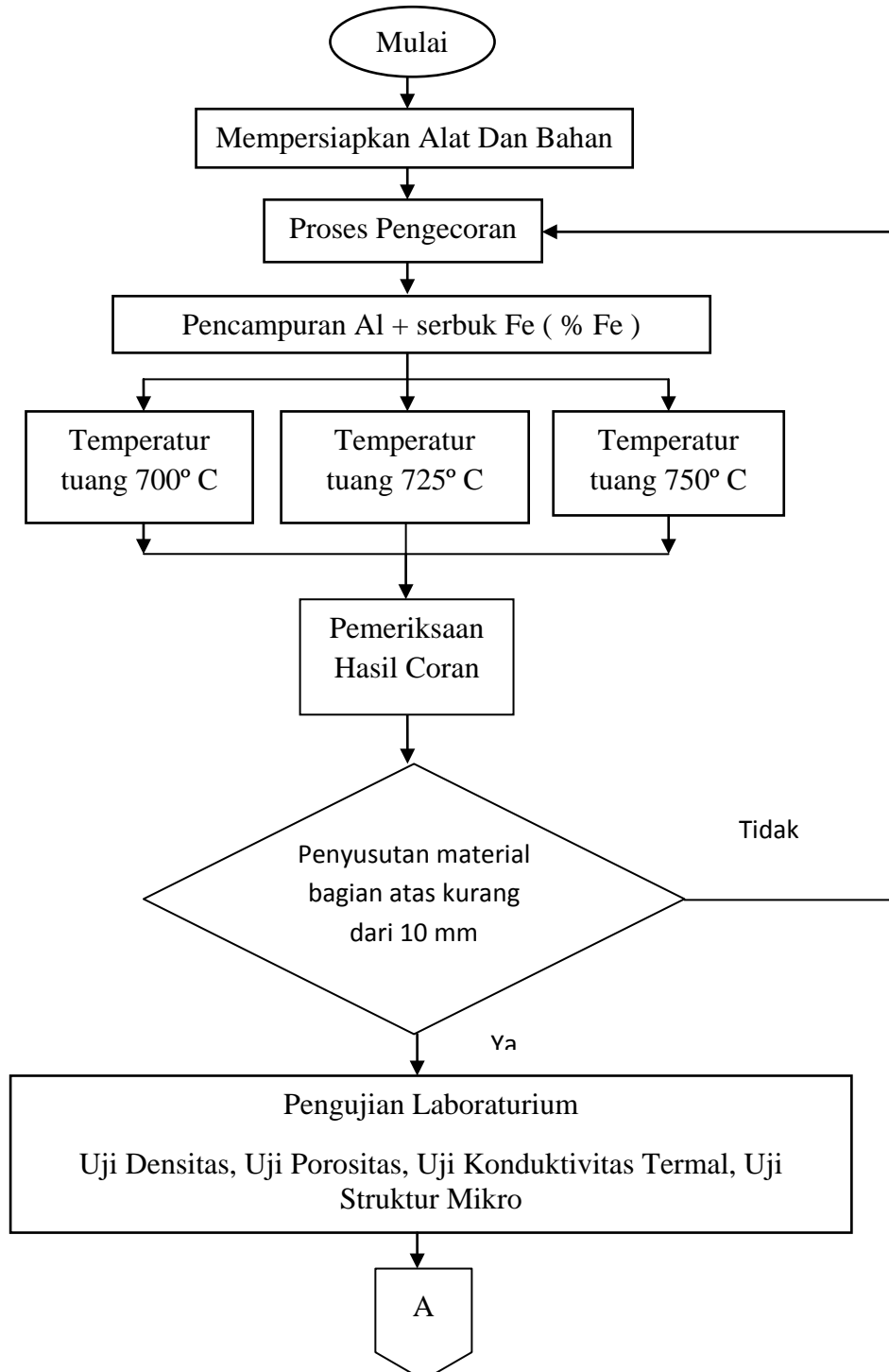


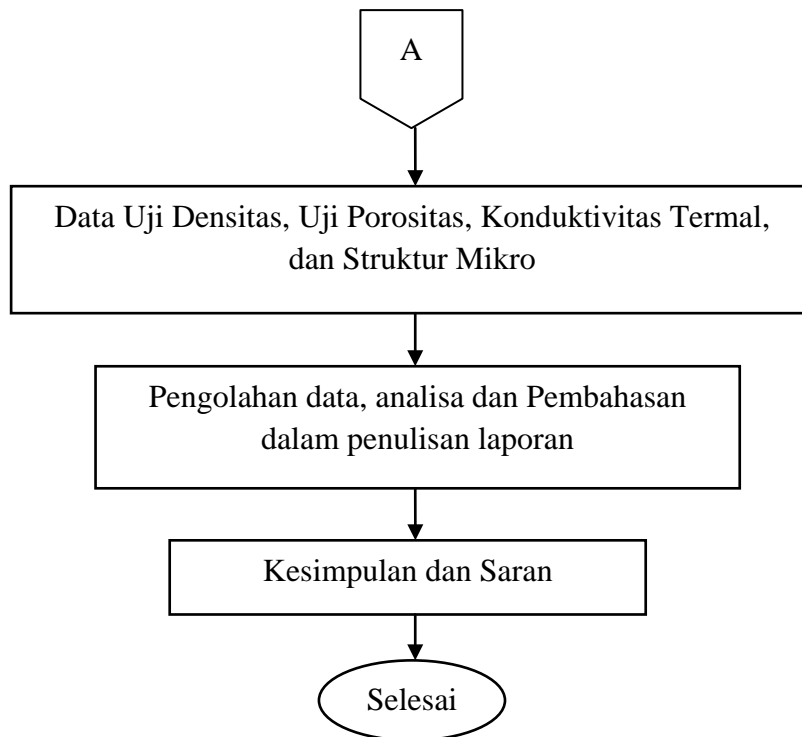
BAB III

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini langkah-langkah pengujian ditunjukkan pada **Gambar 3.1**:





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Keterangan :

1. Mempersiapkan alat dan bahan
 Persiapan yang diperlukan antara lain, minimbang aluminium dan serbuk besi sesuai dengan masa yang dibutuhkan, menyambung tungku dengan tabung gas LPG dengan selang krusibel, menyiapkan cetakan, kowi, pengaduk dan cawan tuang.
2. Proses pengecoran
 Proses pengecoran dilakukan di kampus Teknik Mesin UNDIP menggunakan tungku krusibel dengan berbahan bakar LPG.
3. Pencampuran aluminium ditambah serbuk besi
 Mencampurkan berapa persen (%) serbuk besi pada saat proses stir casting untuk memperkuat aluminium.
4. Temperatur tuang
 Untuk mengetahui perbedaan pencampuran antara aluminium dengan serbuk besi pada saat di tuang pada cetakan.

5. Pemeriksaan hasil coran

Spesimen hasil pengecoran diteliti apakah layak untuk diuji atau tidak. Kelayakan hasil coran ini dilihat dari porositas dan cacat.

6. Pengujian laboratorium

Pengujian laboratorium dilakukan untuk melihat pencampuran serbuk besi pada komposit aluminium pada spesimen uji. Pengujian laboratorium ini meliputi:

- a. Uji densitas dilakukan dengan menggunakan neraca digital merk Sarforious. Hal ini bertujuan untuk menentukan massa jenis pada pencampuran serbuk besi dengan komposit aluminium pada keadaan kering dan keadaan basah didalam air.
- b. Uji Porositas. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara jumlah volume ruang kosong (rongga pori) yang dimiliki oleh zat padat terhadap jumlah dari volume zat padat itu sendiri
- c. Uji konduktivitas termal. Hal ini bertujuan untuk mengetahui nilai konduktivitas termal pada komposit aluminium dengan pencampuran serbuk besi yang berbentuk silinder padat.
- d. Uji struktur mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik. Hal ini bertujuan untuk melihat struktur mikro serbuk besi yang tercampur dengan komposit aluminium pada saat proses *stir casting*.

7. Pengolahan data, analisa dan pembahasan

Mengolah data-data yang sudah didapatkan dengan mengacu pada materi yang terdapat pada referensi, dan menampilkan data-data tersebut dalam bentuk grafik, dan tabel yang dibuat dalam penulisan laporan.

8. Kesimpulan dan saran

Menarik kesimpulan dari hasil pengolahan data dan analisa, memberi saran untuk lanjutan dari penelitian ini.

3.2 Peralatan Yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

a. Tungku Krusibel dan *burner*

Tungku yang digunakan untuk melebur aluminium serbuk besi adalah dapur krusibel dengan tipe dapur tetap dengan skala laboratorium dengan menggunakan bahan bakar LPG. Kontruksi dapur pada dasarnya terdiri atas krusibel sebagai tempat peleburan logam yang terletak di tengah-tengah dapur, sedangkan untuk dapur terbuat dari bahan tahan api yang sekaligus sebagai penyekat panas (isolator panas). Tungku ini mempunyai kapasitas maksimal 2 kg dan *burner* dipasang pada tungku sebagai penghubung tungku ke tabung gas ditunjukkan pada **Gambar 3.12**.



(a)



(b)

Gambar 3.2 (a) Tungku Krusibel dan (b) *Burner*

b. Kowi

Kowi digunakan sebagai tempat untuk melebur, mencampur, dan menuang coran. Kowi terbuat dari baja dan diberi tangkai untuk memudahkan proses penuangan ke dalam cetakan ditunjukkan pada **Gambar 3.3**.



Gambar 3.3 Kowi

c. Alat Pres

Digunakan untuk mengepres aluminium yang dicampur serbuk besi setelah dituang ke dalam cetakan. Alat pres ini menggunakan sistem dongkrak hidrolis dengan kekuatan maksimal 2 ton ditunjukkan pada **Gambar 3.4**.



Gambar 3.4 Alat Pres

d. Pengaduk (*stir cast*)

Digunakan untuk mencampur aluminium dengan serbuk besi sekaligus untuk membuang kerak yang terdapat pada aluminium cair. Cawan tuang digunakan untuk memudahkan pada saat penuangan logam cair ke dalam cetakan ditunjukkan pada **Gambar 3.5**.



Gambar 3.5 Pengaduk (*stir cast*)

e. *Permanent mold* / cetakan coran

Cetakan coran yang digunakan adalah jenis *permanent mold* yang terbuat dari besi ditunjukkan pada **Gambar 3.6**. *Permanent mold* dibuat berdasarkan jenis pola cetakan logam yaitu bentuk silinder. Ukuran dimensi pola cetakan yaitu :

Pola silinder, Diameter (\emptyset) = 20 mm.

Panjang = 200 mm.



Gambar 3.6 Cetakan Logam Silinder

Sedangkan jarak pola permukaan cetakan seragam yaitu 30 mm, tetapi dikurangi tinggi besi yang di gunakan untuk mengepres setelah penuangan 30 mm menjadi panjang total spesimen yaitu : 170 mm. *Permanent mold*

dibuat dengan dua plat besi yang dibor kemudian disatukan untuk setiap jenis pola cetakan logamnya.

f. Timbangan

Timbangan yang digunakan adalah timbangan digital. Timbangan ini digunakan untuk mengukur masa dari aluminium dan serbuk besi yang digunakan dalam proses pengecoran ditunjukkan pada **Gambar 3.7**.



Gambar 3.7 Timbangan Digital

g. Gergaji tangan

Digunakan untuk memotong aluminium batangan dalam beberapa bagian sesuai dengan yang dibutuhkan. gergaji digunakan untuk memperkecil ukuran aluminium agar aluminium batangan cepat melebur dalam kowi ditunjukkan pada **Gambar 3.8**.



Gambar 3.8 Gergaji Tangan

h. *Sieving* (ayakan)

Digunakan untuk mendapatkan ukuran serbuk yang seragam. Ukuran *sieve* yang digunakan adalah *mesh* 350 ditunjukkan pada **Gambar 3.9**.



Gambar 3.9 Mesh 350

i. Termokopel dan *display*

Digunakan untuk mengukur suhu lebur aluminium, suhu pencampuran, dan suhu tuang dari paduan aluminium serbuk besi. Termokopel yang digunakan adalah tipe K dengan temperatur pengukuran maksimal 1200°C ditunjukkan pada **Gambar 3.10**.



(a)



(b)

Gambar 3.10 (a) *Termokopel* dan (b) *Display*

j. Mesin amplas dan poles

Mesin ini digunakan untuk proses pembuatan spesimen untuk pengujian struktur mikro. Spesimen yang telah diresin sebelumnya, di *polis* menggunakan mesin amplas agar pada proses etsa permukaan spesimen sudah rata dan mengkilap ditunjukkan pada **Gambar 3.11**.



Gambar 3.11 Mesin Amplas Dan Poles

k. Mikroskop optik dan kamera

Digunakan untuk mengamati struktur mikro dari spesimen dan kemudian mengambil foto setelah mendapatkan gambar yang diinginkan menggunakan kamera ditunjukkan pada **Gambar 3.12**.



(a)



(b)

Gambar 3.12 (a) Mikroskop Optik dan (b) Kamera

l. Jangka sorong

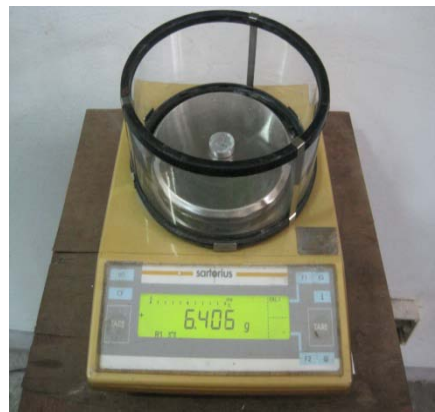
Digunakan sebagai alat bantu untuk mengukur diameter dalam pembuatan spesimen uji tarik. Jangka sorong yang digunakan yaitu jangka sorong mitutoyo dengan ketelitian 0,05 mm ditunjukkan pada **Gambar 3.13**.



Gambar 3.13 Jangka Sorong

m. Alat uji densitas

Alat uji densitas yang digunakan adalah neraca digital merk *Sarforious* di Laboratorium S-1 Bahan Teknik Mesin UGM. Pengujian dilakukan dengan dua cara yaitu dengan sampel kering dan dengan sampel basah yang diletakkan di dalam air ditunjukkan pada **Gambar 3.14**.



Gambar 3.14 Neraca Digital

n. Alat uji konduktivitas termal

Digunakan untuk mencari nilai konduktivitas termal material. Alat yang digunakan terdapat di Laboraturium Thermofluid Teknik Mesin Universitas Diponegoro ditunjukkan pada **Gambar 3.15**.



Gambar 3.15 Alat Uji Konduktivitas Termal

o. Alat bantu lain

Alat bantu lain yang digunakan selama proses penelitian ini adalah :

1. Tang penjepit.
2. Obeng.
3. Kunci pas.
4. Sarung tangan tahan api.
5. Amplas.
6. Penumbuk.

3.3 Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang dipakai adalah:

1. Aluminium batangan

Aluminium batangan telah dipotong agar mempercepat proses peleburan dan mempermudah untuk menimbang sesuai dengan masa yang diinginkan, ditunjukkan pada **Gambar 3.16**.



Gambar 3.16 Aluminium

2. Serbuk Besi

Besi yang telah dikumpulkan dalam bentuk geram dari hasil pembubutan. Geram yang dihasilkan dibuat kecil dan tipis dengan cara ditumbuk setelah itu diayak menggunakan mesh 350 agar dapat tercampur dengan paduan karena titik lebur besi lebih tinggi dari aluminium. Ditunjukkan pada **Gambar 3.17**.



Gambar 3.17 Serbuk Besi

3.4 Proses Pembuatan Spesimen dengan Variasi Komposisi Serbuk Besi

Langkah – langkah dilakukan selama proses pengecoran yaitu:

1. Proses Penimbangan

a. Penimbangan aluminium

Sebelum dicor aluminium dipotong kurang lebih 15 cm, kemudian ditimbang sesuai kebutuhan pengecoran. Paduan aluminium serbuk besi yang dibuat yaitu aluminium dengan presentase Fe 5%, 10%, 15%. Sehingga perhitungan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume coran} &= \pi \times r^2 \times \text{panjang} = 3,14 \times (1\text{cm})^2 \times (20\text{ cm})^2 \\ &= 62,8\text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka berat aluminium} &= \text{volume} \times \text{masa jenis aluminium} \\ &= 62,8\text{ cm}^3 \times 2,7\text{ gr/cm}^3 \\ &= 169,56\text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penyusutan coran aluminium} &= 8,8\% \times 169,56\text{ gr} \\ &= 14,92\text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat total aluminium} &= 169,56\text{ gr} + 14,92\text{ gr} \\ &= 184,48\text{ gr} \end{aligned}$$

Akan tetapi, untuk menghindari kurangnya volume coran pada saat penuangan akibat pembekuan maka beratnya ditambah menjadi 1000 gr.

b. Penimbangan serbuk besi

Berat serbuk besi I yaitu $5\% \times$ berat total aluminium =
 $5\% \times 1000 \text{ gr} = 50 \text{ gr}$

Berat serbuk besi II yaitu $10\% \times$ berat total aluminium =
 $10\% \times 1000 \text{ gr} = 100 \text{ gr}$

Berat serbuk besi III yaitu $15\% \times$ berat total aluminium =
 $15\% \times 1000 \text{ gr} = 150 \text{ gr}$

2. Proses Peleburan

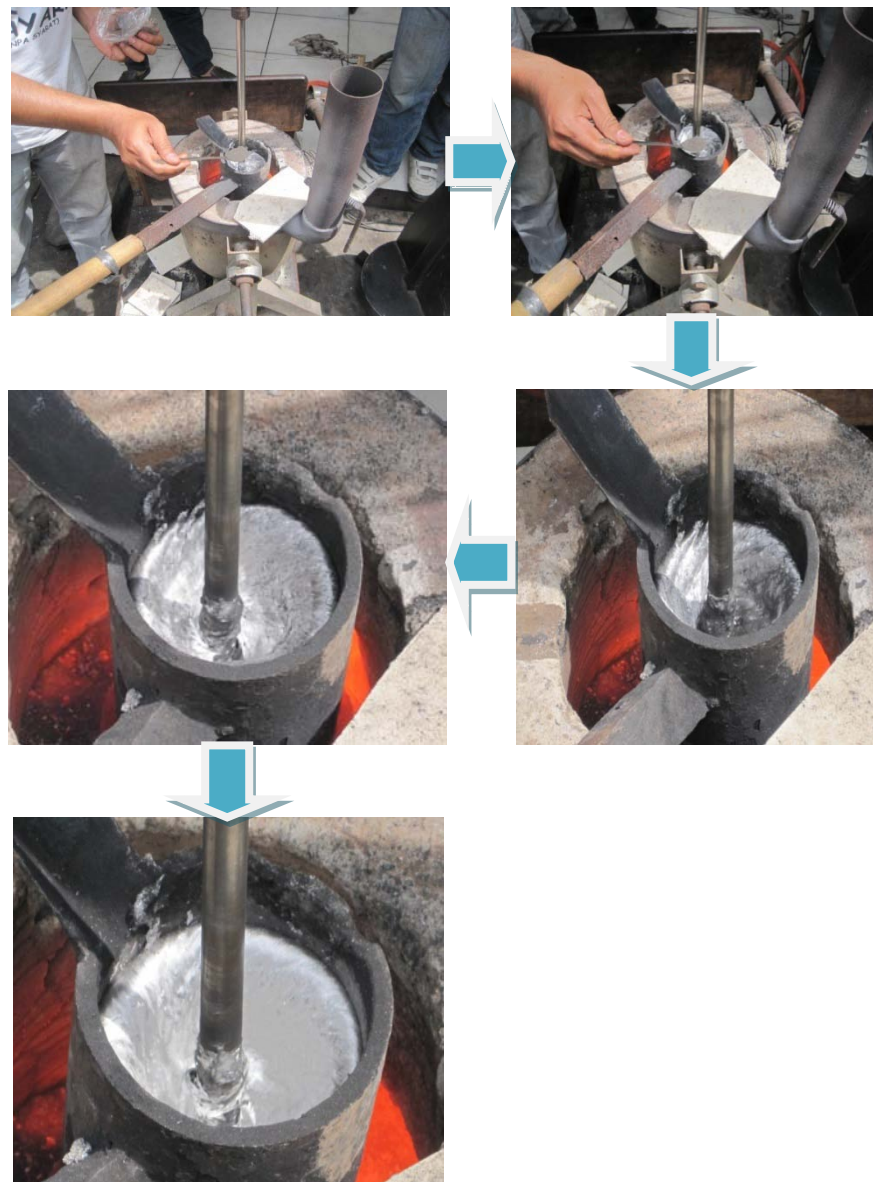
Aluminium yang sudah ditimbang sesuai masa di atas dimasukkan ke dalam kowi, dan kowi dimasukkan ke dalam tungku krusibel. Burner pada tungku dinyalakan dan kowi ditutup ditunjukkan pada **Gambar 3.18**.



Gambar 3.18 Proses Peleburan Menggunakan Tungku Krusibel.

3. Pengadukan (*stir cast*)

Setelah Aluminium mencair pada suhu 660°C , hidupkan pengaduk untuk mencampurkan serbuk besi kedalam aluminium yang sudah mencair, tuang secara perlahan-lahan serbuk besi ditepian pusran sesuai dengan prosentase serbuk besi yang ditimbang selama 5 menit pengadukan, agar serbuk besinya benar-benar tercampur dan tidak banyak yang mengendap. Setelah itu siap untuk dituang ke dalam cetakan ditunjukkan pada **Gambar 3.19**.



Gambar 3.19 Proses Stir Casting Al dengan Fe.

4. Penuangan dan Pengepresan

Sebelum penuangan cetakan dipanaskan sampai suhu tertentu sehingga nantinya akan didapat laju pendinginan yang berbeda. Temperatur penuangan dibuat 3 (tiga) variasi yaitu 700°C , 725°C dan 750°C . Proses penuangan dilakukan dengan cepat dan berhati-hati untuk menghindari terjadi pembekuan setelah kowi diangkat dari tungku, setelah dituang ke dalam cetakan dipres menggunakan alat pres dengan maksud untuk

meminimalisir porositas. Tetapi pada saat pengepresan menemui kendala yaitu aluminium cepat sekali membeku ditunjukkan pada **Gambar 3.20**.



Gambar 3.20 Proses Penuangan dan Pengepresan

5. Pendinginan

Setelah dituang di dalam cetakan tunggu sampai 30 menit baru setelah itu cetakan di buka, biarkan hasil coran dingin secara sendirinya. Ditunjukkan pada **Gambar 3.21**.



Gambar 3.21 Spesimen Hasil Pengecoran

3.5 Pengujian Spesimen

3.5.1 Uji densitas

Alat uji densitas yang digunakan adalah neraca digital merk *Sarforious* di Laboratorium S-1 Bahan Teknik Mesin UGM.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian densitas adalah sebagai berikut:

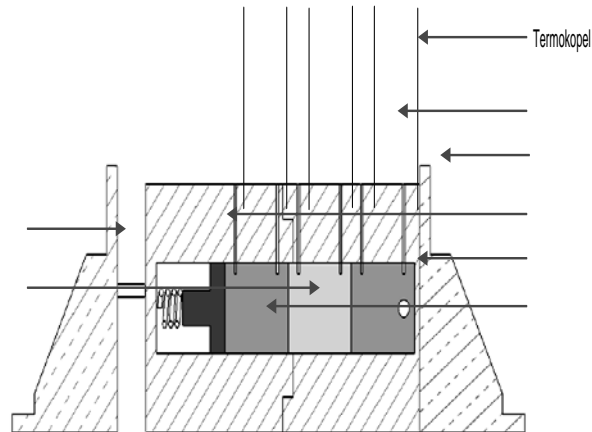
1. Memotong aluminium pada sisi bagian atas, tengah, dan bawah.
2. Mengkalibrasi/mentarra neraca digital supaya tepat dititik nol.
3. Memasukkan sampel kering meliputi bagian atas, tengah, dan bawah.
4. Mengulangi penimbangan sampai tiga kali setiap bagian untuk diambil massa rata-rata.
5. Mencatat angka yang ditunjukkan neraca digital.
6. Memasukkan sampel kering kedalam air meliputi bagian atas, tengah, bawah .
7. Mengulangi penimbangan didalam air sampai tiga kali setiap bagian untuk diambil massa rata-rata.
8. Mencatat angka yang ditunjukkan neraca digital.

3.5.2 Uji porositas

Dengan diketahuinya densitas aktual dan densitas teoritis menggunakan rumus (2.1), maka porositas material dapat ditentukan dengan persamaan (2.3).

3.5.3 Uji konduktivitas termal

Alat Uji Konduktivitas termal yang digunakan terdapat di Laboratorium Thermofluid jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro Semarang ditunjukkan pada **Gambar 3.22**.



Gambar 3.22 Alat Uji Konduktivitas Termal [19].

Peralatan tersebut adalah :

1. Rangka dan spesimen uji.
2. Voltmeter.
3. Amperemeter.
4. Termokopel Tipe *T* (4 buah).
5. *Heater*.
6. Data aquisisi dan komputer.
7. Pompa air dan wadah/bak untuk sirkulasi air.

Bahan pengujian :

1. Material Standar : Kuningan ($k = 89.7 \text{ W/m.K}$) , $\varnothing = 25 \text{ mm}$, $l = 30 \text{ mm}$.
2. Material uji : alumunium dan serbuk besi dengan dimensi $\varnothing = 20 \text{ mm}$, $l = 30 \text{ mm}$.
3. *Silikon heat transfer*.
4. Air.

Langkah-langkah yang digunakan dalam pengujian konduktivitas termal adalah sebagai berikut:

1. Memberi *silikon heat transfer* pada permukaan kontak antara silinder material standar (kuningan) dan permukaan silinder material uji.
2. Memasukkan material uji ke dalam alat uji.
3. Menempatkan isolator (kayu) pada rangka alat uji.
4. Merekatkan dan mengencangkan antara kedua bagian isolator (kayu).
5. Memasang sensor temperatur (termokopel) pada titik-titik lubang yang telah disediakan pada isolator. Cara : mengukur kedalaman lubang terlebih dahulu dengan menggunakan jarum, kemudian membandingkannya dengan panjang termokopel yang akan dimasukkan pada lubang alat uji.
6. Menghubungkan selang aliran air pendingin pada pompa yang ditempatkan pada wadah/ bak untuk sirkulasi aliran air.
7. Menghidupkan pompa untuk sirkulasi air.
8. Menghidupkan *heater* dengan mengatur *voltage* dan arus.
9. Membaca dan memantau hasil pengukuran, sensor temperatur hingga dicapai pembacaan temperatur pada kondisi tunak (*steady state*).
10. Mencatat data temperatur setiap 15 detik pada laporan sementara yang telah disediakan hingga kondisi *steady*.
11. Hentikan pengamatan ketika kondisi sudah mencapai *steady* atau sudah tidak ada perubahan temperatur.
12. Matikan *heater* dan pompa.

3.5.4 Pengujian Mikrografi

Pengujian struktur mikro dilakukan di Laboratorium Metalurgi Fisik Universitas Diponegoro, Semarang dengan menggunakan alat Mikroskop OLYMPUS BX41M. Pengujian struktur mikro dilakukan setelah spesimen uji mengalami proses *polishing* dan *etching*, hingga spesimen uji tampak mengkilap serta tidak ada goresan pada permukaan spesimen uji.