

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Di bab ini akan dibahas alat dan bahan yang digunakan serta tata cara pengerjaan penelitian ini, dan pengujian apa saja yang akan dilakukan.

3.1. Alat Dan Bahan

3.1.1. Alat

1. Timbangan Digital scout pro ketelitian 0,01 gram.
2. Cetakan (*dies*) berdiameter 12 mm dan tinggi 11 cm.
3. Alat Kompaksi satu arah (*single end compaction*) dan *punch*.
4. *Nabertherm Furnace* suhu maksimal 650°C.
5. Mesin Pengamplas
6. Mikroskop
7. Alat Uji Tekan mesin *Universal Testing Mechine (UTM)*.
8. Alat Bantu Lainnya, palu, penggaris, tabung *mixing* dan lain-lain.

3.1.2. Bahan

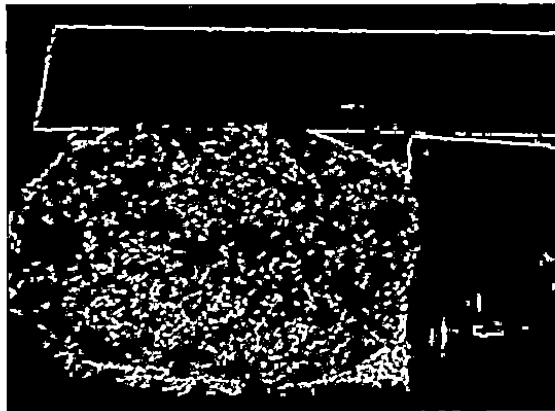
1. Aluminium serbuk yang digunakan dengan merk aluminium *fine powder, stabilized* dengan kemurnian 99,9%.
2. Urea Dengan merek UREA diproduksi oleh PT.Pupuk Indonesia .

Dalam proses pembuatan logam busa, peralatan merupakan salah satu faktor penting untuk menghasilkan spesimen yang sempurna. Peralatan penting yang digunakan pada tahap persiapan serbuk adalah timbangan digital dengan ketelitian 0,01 gram. Setiap serbuk ditimbang berdasarkan fraksi berat masing-masing diatas cawan petri. Pengambilan serbuk dilakukan dengan menggunakan sendok kecil sedikit demi sedikit agar didapat ukuran yang sesuai. Setelah itu serbuk-serbuk dimasukkan kedalam kantong plasting kecil berdasarkan fraksi variabel masing-masing. Setelah semua variabel ditimbang, proses selanjutnya adalah pengadukan dimana serbuk dimasukkan kedalam wadah silinder yang

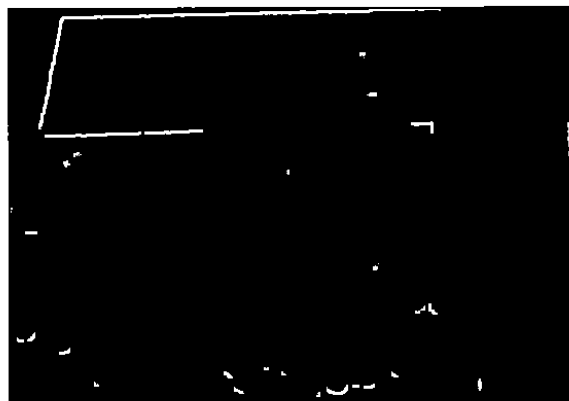
Kompaksi Briket dengan penekanan satu arah. Cetakan (*dies*) yang digunakan berdiameter 12 mm dan tinggi maksimal 11 cm. Hasil dari kompaksi ditimbang lagi sehingga didapatkan berat *green compact*. Selanjutnya dipanaskan dengan *Nabertherm Furnace* hasil dan proses sinter. Produk hasil disolusi selanjutnya dilakukan beberapa pengujian seperti pengujian kuat tekan dengan mesin Schenck Trebel, serta pengamatan makro dan mikrostruktur dengan menggunakan mikroskop optik dan SEM (*Scanning Electron Microscope*).

3.2. Persiapan Sampel

Langkah-langkah yang dilakukan dalam persiapan sampel adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1. Aluminium Serbuk



Gambar 3.2. Urea (*Carbamide*)

Berikut ini adalah perhitungan masing-masing serbuk dalam setiap variabel:

a. 10% H_2NCONH_2 (massa sampel: 5 gram)

Massa Al : $90 \% \times 5 \text{ gram} = 4,5 \text{ gram}$

Massa H_2NCONH_2 : $10 \% \times 5 \text{ gram} = 0,5 \text{ gram}$

b. 20 % H_2NCONH_2 (massa sampel : 5 gram)

Massa Al : 80 % x 5 gram = 4 gram

Massa H_2NCONH_2 : 20 % x 5 gram = 1 gram

c. 30 % H_2NCONH_2 (massa sampel : 5 gram)

Massa Al : 70 % x 5 gram = 3,5 gram

Massa H_2NCONH_2 : 30 % x 5 gram = 1,5 gram

d. 40% H_2NCONH_2 (massa sampel: 5 gram)

Massa Al : 60 % x 5 gram = 3 gram

Massa H_2NCONH_2 : 30 % x 5 gram = 2 gram

e. 50 % H_2NCONH_2 (massa sampel: 5 gram)

Massa Al : 50 % x 5 gram = 2,5 gram

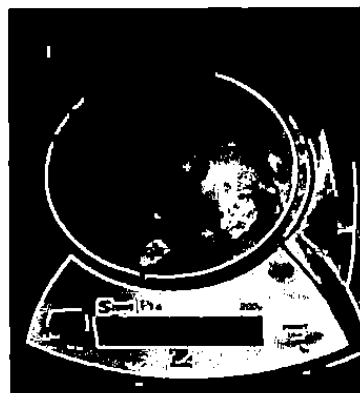
Massa H_2NCONH_2 : 50 % x 5 gram = 2,5 gram

f. 60 % H_2NCONH_2 (massa sampel: 5 gram)

Massa Al : 40 % x 5 gram = 2 gram

Massa H_2NCONH_2 : 60 % x 5 gram = 3 gram

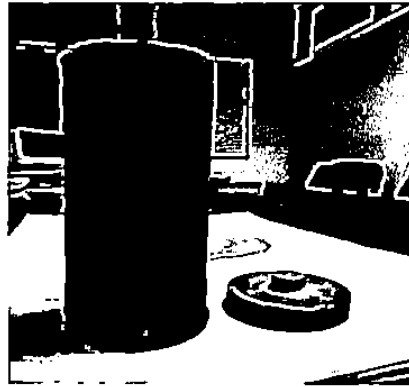
Sampel yang digunakan berjumlah 6 buah dengan 1 variabel terdiri dari 1 sampel. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan timbangan digital *scout pro* dengan ketelitian 0,01 gram dan kapasitas maksimum 200 gram.



Gambar 3.3. Timbangan Digital

Cetakan (*dies*) yang digunakan untuk membuat sampel yaitu berbentuk silinder dengan diameter sampel yang dihasilkan yaitu 12 mm dan tinggi

11 mm. Cetakan ini adalah baja tool steel yang sangat keras



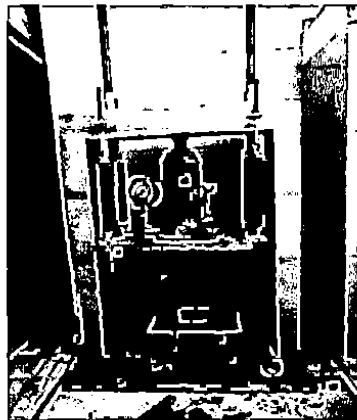
Gambar 3.4. Cetakan (*dies*) kompaksi serbuk

Parameter *range* penekanan yang diberikan pada sampel aluminium serbuk yaitu 300 MPa pada saat pembuatan sampel percobaan (*trial and error*), dengan naiknya kompaksi dan *holding time* dapat meningkatkan kekerasan, kuat tekan dan densitas paduan. Dasar pemilihan besar kompaksi ini dilihat dan bentuk sampel yang memiliki mampu tekan serbu yang baik sehingga distribusi ukuran serbuk menjadi lebih merata. Berikut ini adalah tahapan prosedur untuk kompaksi adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan cetakan silinder dan mengecek mesin kompres Krisbow dalam kondisi baik atau tidak (keran tekanan, tuas tekanan, penekan, dan sebagainya).
2. Membersihkan dinding cetakan dengan amplas untuk mengurangi gesekan dengan dinding cetakan.
3. Memasukan serbuk hasil *mixing* secara perlahan agar tidak ada yang tumpah.
4. Memasang bagian atas *dies* setelah serbuk dimasukkan kemudian meletakkannya tepat dibawah *punch* kompaksi.
5. Setelah berada di posisi yang tepat, selanjutnya diberikan pembebanan secara perlahan sebesar 300 kg / cm^2 .
6. Memberi waktu tahan kompaksi pada tekanan yang ditentukan selama 3

7. Membuka keran tekanan pada mesin untuk melepaskan tekanan pada cetakan, atur posisi cetakan agar bisa mengeluarkan hasil kompaksi serbuk tersebut (bakalan).
8. Mengeluarkan produk sampel hasil kompaksi (*green compact*) dari dalam cetakan.
9. Membersihkan cetakan dan sisa serbuk dengan amplas bila akan digunakan lagi pada seluruh bagian bila telah selesai.

Proses kompaksi dilakukan dengan menggunakan mesin kompaksi briket rakitan yang dilakukan di Lab. Material Teknik Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, dimana metode penekanan yang diberikan yaitu satu arah (*single end compaction*) dan *punch* berada pada bagian atas dan bergerak dari atas ke bawah, alat kompaksi yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Alat Kompaksi

3.3. Proses Sinter

Proses pemanasan ini dilakukan didalam *Tube Nabertherm Furnace*. parameter temperatur yang dipakai sebesar 550°C dengan waktu tahan 60 menit ,karena ikatan antar butiran yang paling kuat adalah pada temperatur 550°C , pada temperatur ini terdapat porositas yang paling sedikit. Tahapan dari proses sinter yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan peralatan yang akan digunakan untuk proses sinter dan periksa kondisi *furnace* terutama temperaturnya.
2. Menyiapkan wadah refraktori beserta sampelnya

3. *Mensetting* oven dengan parameter sebagai berikut:

time 1 = 60 menit

T = 200°C

time 2 = 60 menit

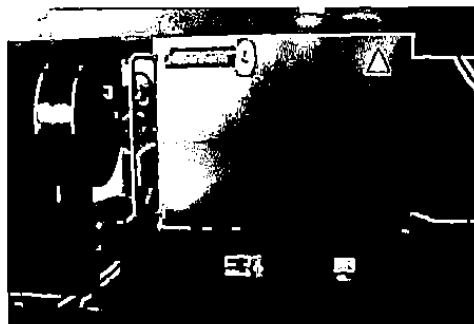
Setelah proses ini selesai dilanjutkan dengan proses pemanasan dengan parameter sebagai berikut :

time 1 = 100 menit

T = 550°C

time 2 = 60 menit

4. Setelah semua parameter dimasukkan, lalu tombol START ditekan dan prosesnya akan berjalan secara otomatis mengikuti alur parameter.
5. Mengeluarkan sampel dari dalam dapur setelah temperatur di dalam dapur mencapai temperatur kamar.
6. Sampel yang telah mengalami proses sinter (*burn compact*) siap untuk dilakukan pengujian. Alat *sintering* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Nabertherm Furnace

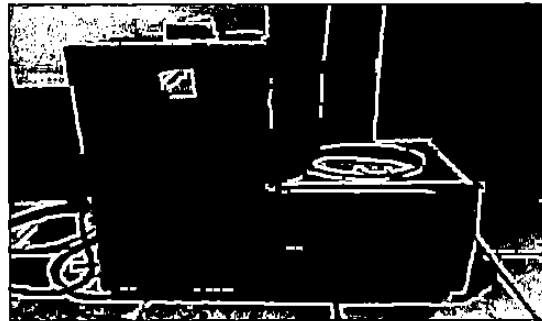
Oven *Naberthem Lilienthal (germany)* kapasitas suhu maksimal 650°C digunakan untuk proses pelarutan paduan dan *sintering*.

3. 4. Pengujian Foto Mikrostruktur

Pengamatan mikrostruktur bertujuan untuk mengetahui bentuk pori yang terbentuk serta ukuran dan pori, tebal dinding pori, serta distribusi pori yang terbentuk. Sampel yang dipilih untuk mikrostruktur ini adalah salah satu dan sampel yang ada dan tiap variabel dengan volume urea yang diambil secara acak

Adapun tahapan-tahapan pengamatan mikrostuktur yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan sampel hasil proses disolusi.
2. Memotong secara melintang pada bagian sampel yang berpori.
3. Mengamplas permukaan sampel dengan menggunakan amplas yang halus (grid #1500).
4. Sebelum mengamati permukaan sampel dengan mikrostuktur, sampel dioleskan dengan autosol dan dibersihkan. Alat pengamplas yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 3.6.

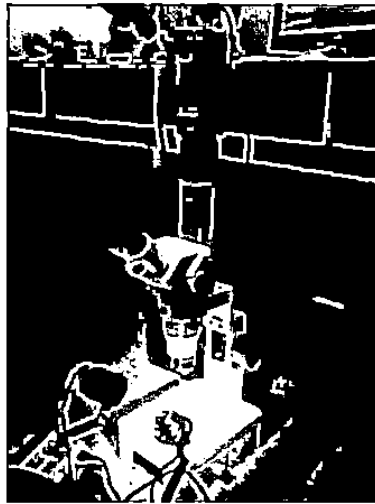


Gambar 3.7. Mesin Pengamplas

3.5. Pengamatan Struktur Makro

Pengamatan struktur makro yang dilakukan bertujuan untuk melihat ukuran dan jumlah pori yang terbentuk pada sampel hasil disolusi. Pemangamatan foto makro dilakukan di Lab. D3 UGM. Adapun tahapantahapan pengamatan struktur makro yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan sampel hasil proses disolusi.
2. Memotongan secara melintang atau *cross section* pada bagian sampel yang berpori.
3. Mengamplas permukaan sampel dengan menggunakan amplas dari nomor 800, 1000, dan 1500.
4. Membersihkan permukaan sampel dengan kain lap lalu mengeringkannya
5. Mengamati sisi sampel yang berpori dan memfotonya dengan menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 9X

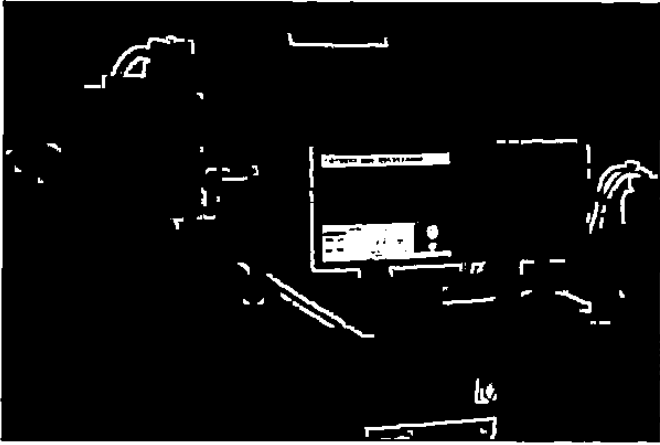


Gambar 3.8. Foto Makro

3.6. Scanning Electron Microscope (SEM)

Pengamatan SEM bertujuan untuk mengetahui bentuk pori yang terbentuk serta ukuran dan pori, tebal dinding pori, serta distribusi pori yang terbentuk. Sampel yang dipilih untuk SEM ini adalah salah satu dan sampel yang ada dan tiap variabel persen volume urea yang diambil. Pengamatan SEM ini dilakukan dengan menggunakan mesin *JEOL JSM-6510LA* yang berada di Laboratorium SEM FMIPA ITB. Adapun tahapan-tahapan pengujian kuat tekan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan sampel hasil proses disolusi.
2. Memotong secara melintang pada bagian sampel yang berpori.
3. Mengamplas permukaan sampel dengan menggunakan amplas yang halus (grid #2000).
4. Memoles permukaan sampel yang telah halus secara poles kering dengan menggunakan serbuk TiO_2 hingga permukaan sampel mengkilat seperti kaca dan bebas goresan.
5. Membersihkan permukaan sampel dengan kain lap lalu mengeringkannya
6. Sebelum mengamati permukaan sampel dengan SEM, untuk sampel non



Gambar 3.9. Foto SEM (<http://sem.fmipa.itb.ac.id/>)

Pengujian

Pengujian dilakukan setelah semua sampel mengalami disolusi dengan kondisi yang masih baik yaitu tidak mengalami penghancuran sampel setelah disolusi. Pengujian yang dilakukan terhadap logam busa ini adalah uji porositas, uji densitas, uji tekan, dan foto mikrostruktur.

1. Pengujian Porositas

Perhitungan densitas dan porositas dilakukan untuk mengetahui besarnya densitas dan persentase porositas dan produk hasil sinter yang digunakan pada proses pembuatan *aluminium foam*. Pengujian *densitas* dan porositas dilakukan dengan pendekatan melalui perhitungan fraksi volume dan fraksi massa dengan rumus:

1. Penghitungan volume urea :

$$V_{urea} = \frac{m}{\rho_{urea}} = \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana :

m = Massa urea

ρ_{urea} = Masa jenis urea

2. Perhitungan volume Al :

$$V = \frac{m}{\rho} = \dots\dots\dots(3.2)$$

ρ_{urea} = Massa jenis Aluminium

3. Penghitungan fraksi volume urea :

$$V_f \text{ urea} = \frac{V_{urea}}{V_{urea} + V_{Al}} \times 100 \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana :

V_{Al} = Volume Aluminium

V_{urea} = Volume urea

4. Penghitungan fraksi volume Aluminium

$$V_{fAl} = \frac{V_{Al}}{V_{urea} + V_{Al}} \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana :

V_{Al} = Volume Aluminium

V_{urea} = Volume Aluminium

5. Fraksi massa Urea

$$\text{Massa } f_{Urea} = \frac{m_{urea}}{m_{urea} + m_{Al}} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana :

m_{urea} = Massa urea

m_{Al} = Massa Aluminium

6. Fraksi massa Aluminium

$$\text{Massa } f_{Al} = \frac{m_{Al}}{m_{Al} + m_{urea}} \dots\dots\dots (3.6)$$

Dimana :

m_{Al} = Massa Aluminium

m_{urea} = Massa urea

7. Penghitungan Densitas :

$$\text{Density} = \frac{m}{v} \dots\dots\dots (3.7)$$

8. Penghitungan Porositas

$$\text{Porositas} = \left(1 - \left(\frac{\text{density}}{\rho_{urea}} \right) \right) \times 100 \dots\dots\dots (3.8)$$

3.7.2. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kekuatan tekan dari sampel logam busa (persen urea 10%, 20% ,30% 40%,50%, 60%) hasil disolusi dan juga pada sampel dengan 0% urea. Penekanan sampel dilakukan sampai 10-20% deformasi dan dihentikan apabila hancur atau pembebanan yang diberikan sudah mencapai maksimum. Pada saat pembebanan, dilakukan pencatatan beban yang diterima setiap deformasi 10-20% dari tinggi sampel.



Gambar 3.10. Universal Testing Machine (UTM)

Pengujian kuat tekan ini dilakukan dengan menggunakan mesin Universal Testing Mesin (UTM). Pengujian kuat tekan ini dilakukan dengan menggunakan mesin *universal testing machine* yang berada di laboratorium bahan D3 jurusan teknik mesin UGM. Adapun tahapan-tahapan pengujian kuat tekan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan sampel yang akan dilakukan pengujian.
2. Menyalakan mesin uji tekan.
3. Mengukur diameter dan tinggi awal sampel dengan jangka sorong digital.
4. Memasang sampel pada mesin uji tekan.
5. Mengatur pembebanan dengan kecepatan konstan.
6. Mencatat beban yang diterima tiap 10-20% deformasi (peregangan).
7. Hentikan pengujian saat sampel telah hancur atau saat beban maksimum

8. Diperoleh nilai beban pada petunjuk jarum skala mesin uji tekan.
9. Menghitung kekuatan tekan dengan menggunakan rumus :

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3.9)$$

Dimana :

σ = Kuat tekan (N/mm²)

P = Beban saat sampel terdeformasi 10 % dari tinggi awal (N)

A = Luas permukaan sampel (mm²)

10. Menghitung modulus elastistas dengan menggunakan rumus :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots\dots\dots(3.10)$$

Dimana :

E=Modulus elastistas (kN/mm²)

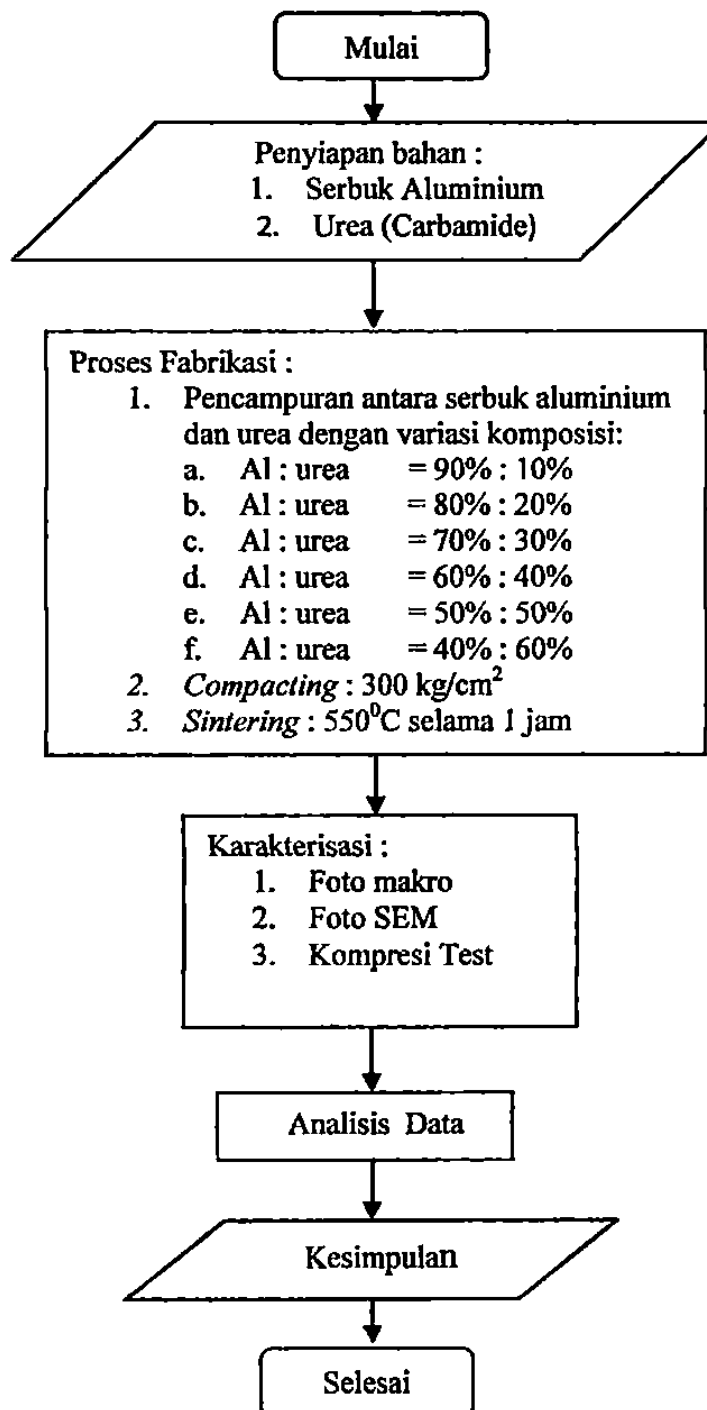
σ =Tegangan

ϵ =Perubahan panjang material diukur pada panjang awal material (mm)

3.8. Prosedur Penelitian

3.8.1. Diagram Alir Penelitian

Untuk lebih singkat dari uraian diatas dapat dilihat dalam diagram alir penelitian berikut:



Gambar 3.11. Diagram Alir Penelitian