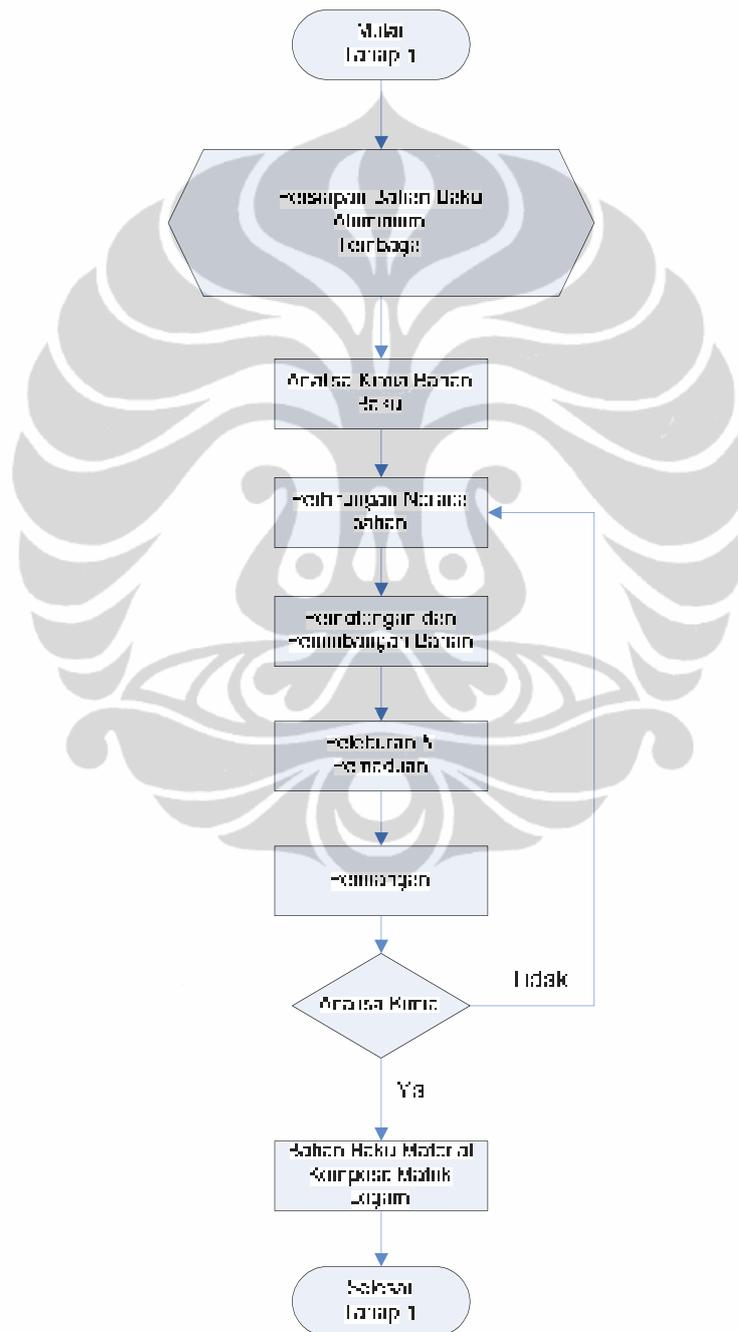


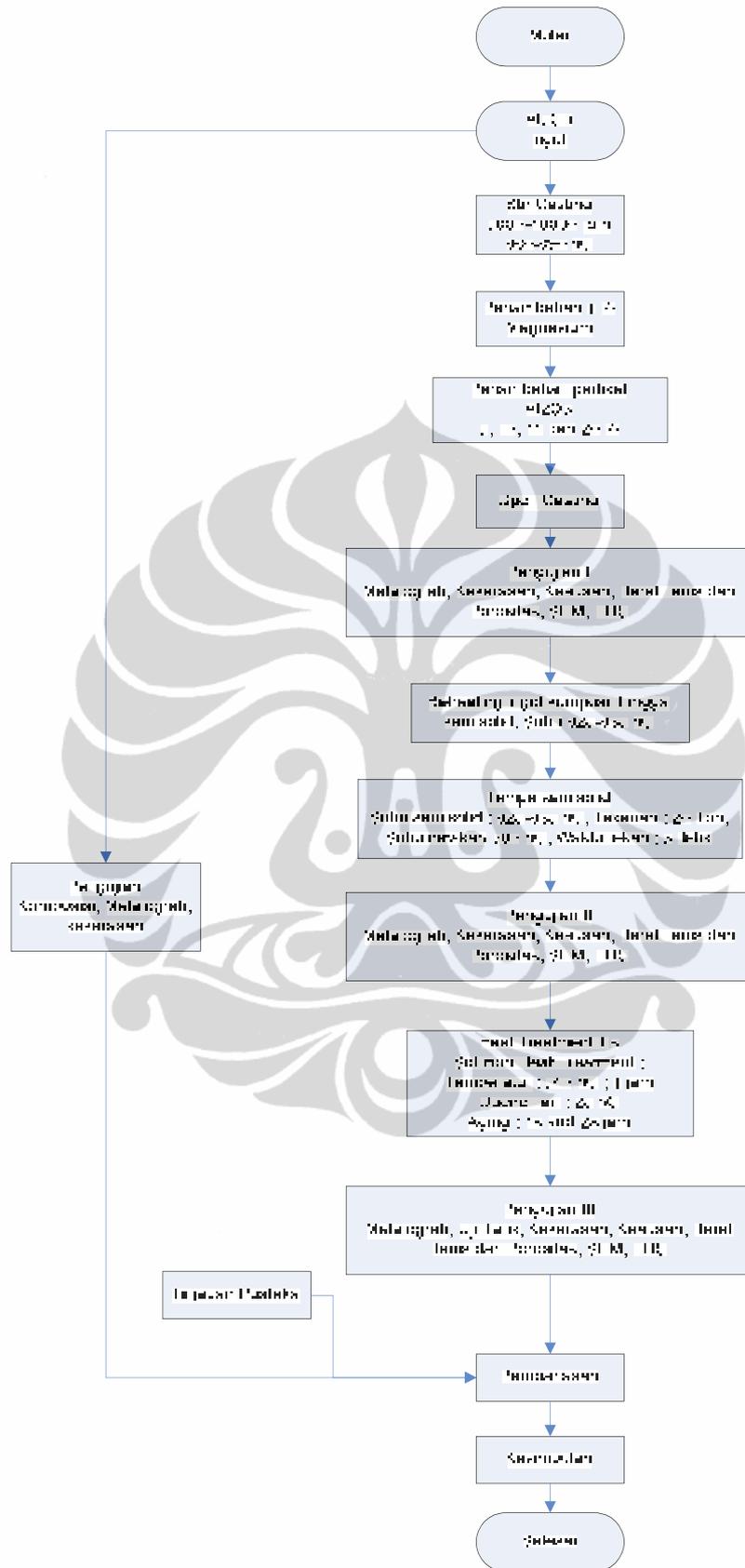
### BAB 3

## METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada kedua bagan di bawah ini.



Gambar 3.1 Proses Pembuatan bahan matriks Komposit Matrik Logam Al5Cu



Gambar 3.2 Skema Penelitian Komposit Matrik Logam dengan Squeeze Casting

Untuk memudahkan dalam pelaksanaan dan pembahasan maka penelitian mengenai pembuatan komposit matrik logam ini akan mencakup hal-hal seperti : bahan yang digunakan, parameter proses dan karakterisasi material.

### 3.1 PENJELASAN DIAGRAM ALIR PENELITIAN

#### 3.1.1 Tahapan Persiapan Bahan dan Peralatan

##### a. Persiapan bahan baku

Bahan baku yang digunakan pada percobaan ini adalah :

- Aluminium murni ingot
- Mg ingot
- Kawat tembaga
- Alumina ( $Al_2O_3$ )



Gambar 3.3 ingot aluminium murni



Gambar 3.4 Ingot Magnesium murni



Gambar 3.5 Tembaga murni



Gambar 3.6 Oksida Aluminium ( $Al_2O_3$ )

##### b. Persiapan Alat

Peralatan yang digunakan selama proses persiapan dan pengujian adalah

- Tungku peleburan (*burner*)
- Tungku pemanas

- *Crucible stir casting*
- Propeler *stir casting*
- Motor *stir casting*
- Cetakan *squeeze casting*
- Mesin tempa
- Cetakan tempa *semisolid*
- Termokopel
- Stop watch
- Timbangan digital besar
- Timbangan digital kecil
- Alat bantu lain



Gambar 3.7 cetakan tempa *semisolid* yang dilengkapi pemanas

#### b. Alat Uji

Alat-alat pengujian yang digunakan pada penelitian ini adalah :

- Alat uji analisis kimia
- Alat uji kekuatan tarik
- Alat uji kekerasan
- Alat uji metalografi
- Alat uji keausan
- SEM-EDS

### 3.1.2 Proses Pembuatan Komposit Aluminium Al5Cu/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan Metode *Semisolid*

Pada bab ini akan dijelaskan metodologi yang digunakan untuk membuat paduan Al5Cu, komposit Al5Cu/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan *squeeze casting* dan *thixoforming*.

#### 3.1.2.1 Pembuatan Paduan Al5cu

Proses pembuatan bahan baku matrik dilakukan pada tungku burner dengan bahan bakar minyak tanah. Ingot aluminium dan potongan kawat tembaga dimasukkan dalam crusibel kapasitas 0,4 kilogram. Sebelum dimasukkan kedalam crusibel, aluminium dan potongan kawat tembaga telah ditimbang beratnya, dengan fraksi volume 95 % aluminium dan 5 % tembaga.



Gambar 3.8 Proses peleburan aluminium dan tembaga menggunakan burner minyak tanah

Tungku hanya mampu memuat tiga crusibel dalam setiap peleburan. Peleburan dilakukan pada temperatur 1100 °C selama empat jam. Setiap 30 menit dilakukan pengadukan secara manual agar cairan paduan lebih homogen. Setelah empat jam, dapat diperiksa bahwa seluruh tembaga telah mencair, sehingga cairan paduan dapat langsung dituang kedalam cetakan yang sebelumnya telah dipanaskan diatas tungku. Setiap ingot memiliki berat sekitar 350 gram. Hasil cetakan paduan Al5Cu dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Paduan Al5Cu hasil pengecoran.

### 3.1.2.2 Stir Casting Al5Cu/AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Pembuatan komposit matrik aluminium dengan penguat alumina dilakukan didalam tungku pemanas elektrik 3000 watt. Jumlah paduan Al5Cu yang digunakan setiap kali peleburan adalah satu kilogram dan ditambahkan magnesium sebagai wetting agent sebanyak 4 % dari berat total komposit. Sedangkan jumlah alumina yang digunakan bervariasi mulai 5, 10, 15 dan 20 %.



Gambar 3.10 Dapur listrik untuk pembuatan komposit dan pemanasan hingga mencapai kondisi *semisolid*

Paduan Al5Cu dicairkan pada temperatur 800 °C, kemudian magnesium dicelupkan kedalam cairan aluminium-tembaga agar tidak habis terbakar. Kemudian alumina yang telah dipanaskan diatas tungku dimasukkan sedikit demi sedikit kedalam pusran cairan aluminium yang diaduk pada kecepatan 5000 rpm selama 5 menit.



Gambar 3.11 Proses *steering* cairan aluminium-tembaga sambil melakukan pencampuran partikel alumina secara bertahap.

Namun untuk komposisi 15 dan 20% alumina tidak bisa tercampur dengan baik, sehingga kecepatan pengadukan dinaikkan menjadi 10000 rpm dengan waktu 10 menit. Setelah pengadukan, cairan komposit dituang ke dalam cetakan membentuk ingot komposit berukuran 21 x 8 x 3 cm.



Gambar 3.12 Ingot komposit Al5Cu/ AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hasil casting.

### 3.1.2.3 Thixoforming Komposit Al5Cu/AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Sebelum dilakukan proses tempa dalam kondisi *semisolid* pada cetakan sebagaimana pada gambar 3.12 ingot komposit dipotong sesuai dengan volume cetakan.



Gambar 3.12 Proses pemanasan kembali ingot komposit Al5Cu/ AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> untuk mencapai fasa *semisolid*.

Potongan ingot tersebut dipanaskan menggunakan tungku listrik hingga mencapai kondisi *semisolid*, selanjutnya material *semisolid* dimasukkan kedalam cetakan dan diberi tekanan sebesar 20 ton.



Gambar 3.13 Proses penampatan material *semisolid* komposit Al5Cu/ AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> di cetakan



(a)

(b)

(c)

Gambar 3.14 Proses penekanan material semi solid dalam cetakan tertutup. (a) *punch* bergerak turun. (b) penekanan disertai penahanan 3 detik. (c). *puch* bergerak naik

Hasil dari tempa *semisolid* tampak pada gambar dibawah ini.



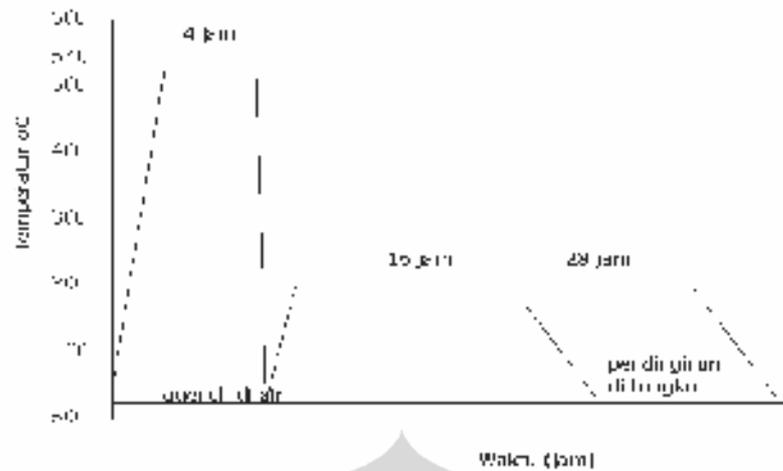
Gambar 3.15 Produk hasil prose *thixoforming*

### 3.1.3 Persiapan Sampel Uji dan Perlakuan Panas

Proses permesinan pada komposit hasil tempa *semisolid* dilakukan dengan mesin freis dan gergaji potong untuk mendapatkan geometri sampel yang sesuai dengan pengujian yang akan dilakukan.

Proses laku panas yang diberikan pada sampel adalah jenis perlakuan panas T6, yaitu melakukan *solution treatment* lalu diquench dan kemudian di *aging*. Hal ini dilakukan dengan harapan diperoleh peningkatan kekerasan dan kekuatan dari perubahan struktur mikro atau mekanisme pengerasan presipitasi.

*Solution treatment* didahului oleh preheating pada temperatur 320 °C selama 30 menit, kemudian *solution treatment* dilakukan pada temperatur 540 °C selama 4 jam. Selanjutnya dilakukan quench pada air tawar dengan temperatur 27 °C. Hasil quench tersebut dimasukkan kembali ke tungku pemanas untuk di *artificial ageing* dengan temperatur 200 °C pada dua tingkat temperatur yang berbeda, yaitu selama 16 dan 28 jam. Mekanisme perlakuan panas tersebut dapat dilihat pada gambar 3.16.



Gambar 3.16 Proses perlakuan panas komposit hasil forming *semisolid*.

### 3.1.4 Proses Karakterisasi Komposit Aluminium Al5Cu/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

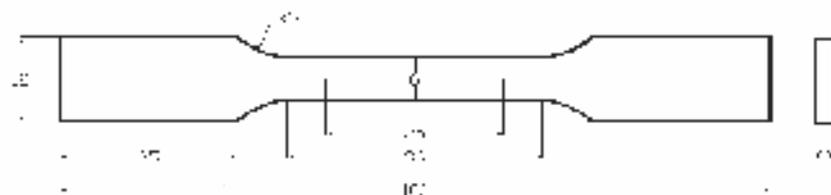
Karakterisasi untuk mengetahui sifat-sifat yang ada pada material baru hasil penelitian ini meliputi serangkaian pengujian berikut :

a. Pengujian analisis kimia

Pengujian analisis kimia akan dilakukan dengan menggunakan spectro analyzer, dimana sampel dipotong dengan ukuran terkecil sekitar 25 x 25 mm dengan ketebalan 3 mm.

b. Pengujian tarik ( ISO/TTA 2 : 1997)

ISO TTA 2 :1997 merupakan standar pengujian untuk material komposit matrik logam dengan penguat tidak kontinu. Pengujian tarik ini dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik dengan geometri dan dimensi benda uji adalah sebagaimana gambar berikut.



Gambar 3.17 Gambar spesimen uji tarik

c. Pengujian berat jenis dan porositas (ASTM C 20-00)

Pengujian berat jenis dan porositas yang dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui berat jenis dan porositas komposit yang dihasilkan. Berat jenis adalah pengukuran massa suatu benda perunit volume dengan satuan  $\text{gram/cm}^3$  atau  $\text{lb/inch}^3$ . Sedangkan porositas adalah kandungan pori atau kepejalan dari bahan dengan satuan %. Perhitungan berat jenis secara teoritis dilakukan dengan kalkulator volume-weigh fraction and density secara online di <http://www.netcomposites.com>. Pada pengujian ini perhitungan densitas dan porositas dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Berat kering ( $W_k$ ), diperoleh dengan cara memanaskan sampel pada  $150^\circ\text{C}$  selama 45 menit, kemudian didinginkan pada temperatur kamar lalu ditimbang.
2. Berat basah dalam air ( $W_a$ ), diperoleh dengan menimbang sampel yang dicelup dalam air tanpa menyentuh dasar.

Untuk bentuk geometri yang kompleks pengukuran densitas dan porositas dihitung dengan prinsip Archimedes yaitu dengan membandingkan perbedaan berat di udara dengan berat di dalam air dan dihitung dengan persamaan.

$$= \frac{W_k}{W_a - W_k} \times \rho_a \quad (3.1)$$

Dimana :

$V_s$  = volume spesimen

$W_a$  = berat dalam air

$\rho_a$  = densitas air ( $\text{gram/cm}^3$ )

besarnya densitas spesimen dapat diketahui dengan membagi berat kering ( $W_k$ ) dengan volume spesimen ( $V_s$ ).

$$= \frac{W_k}{V_s} \quad (3.2)$$

Untuk nilai porositas dapat dihitung dengan persamaan

$$= \frac{\dots}{\dots} 100\% \dots \dots \dots (3.3)$$

Dimana :

P = porositas (%)

$\rho_t$  = densitas teoritis (gram/cm<sup>3</sup>)

$\rho_s$  = densitas spesimen (gram/cm<sup>3</sup>)

#### d. Pengujian ketahanan aus

Keausan logam adalah peristiwa lepasnya material dari suatu permukaan sehingga terjadiperubahan dimensi dan massa, yang dapat mengakibatkan terbatasnya umur atau daya guna suatu perkakas. Ketahanan aus akan bertambah dengan meningkatnya kekerasan. Untuk pengujian yang dilakukan pada sampel percobaan yang didasarkan pada manualbook mesin uji keausan OGOSHI di laboratorium DT Universitas Indonesia. Prinsipnya adalah benda uji memperoleh beban gesekan dari cincin yang berputar (*revolving disc*). Pembebanan gesek ini akan menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang-ulang yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material pada permukaan benda uji. Besarnya jejak permukaan dari material tergesek itulah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material. Semakin besar dan dalam jejak keausan maka semakin tinggi volume material yang terlepas dari benda uji.

Dengan B adalah tebal revolving disc (mm), r jari-jari disc (mm), b lebar celah material yang terabrasi (mm) maka dapat diturunkan besarnya volume material yang terabrasi (W):

$$= \frac{\dots}{12} \dots \dots \dots (3.4)$$

Laju keausan (V) dapat ditentukan sebagai perbandingan volume terabrasi (W) dengan jarak luncur x (setting pada mesin uji):

$$= \frac{1}{12} \dots \dots \dots (3.5)$$

$$= \frac{1}{12} \dots \dots \dots (3.6)$$

Adapun variabel yang ditetapkan antara lain : diameter cincin putar 29,99 mm dengan tebal 3 mm, jarak luncur 200 m, kecepatan 0,250 m/detik, pembebanan 2,11 kg.

#### e. Pengujian kekerasan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekerasan dari specimen hasil percobaan untuk masing-masing perlakuan dan kondisi tertentu dengan menggunakan standart (ASTM 10-84). Pengujian yang dilakukan dengan kekerasan makro tersebut menggunakan strandar Brinnel. Pada pengujian ini nilai kekerasan suatu bahan ditentukan dengan diameter jejak indenter pada spesimen.

Mesin yang digunakan adalah alat uji kekerasan Brinnel merek HOYTOM Minor 69 dengan indenter bola baja dengan diameter 3,2 mm dan beban P= 31,25 kg dan waktu tekan 15 detik.

#### f. Pengujian metalografi

Hasil pengujian ini bertujuan untuk mengetahui bentuk dari mikrostruktur, fasa-fasa sampel untuk masing-masing kondisi dengan mikroskop optik dan melakukan tahapan berikut :

1. Pemotongan sampel sesuai kebutuhan.
2. Monting sampel dicetak pada cetakan plastik berbentuk bulat dengan meggunakan resin dan katalis dengan tujuan agar memudahkan proses penggerindaan dan pemolesan.
3. Pengampelasan dengan kertas ampelas dimulai dari ukuran : # 180, 400, 600, 800, 1000, 1200 , 1500 sampai permukaan sampel rata dan orientasinya searah dan posisi pemolesan harus diubah-ubah agar tidak terjadi “ekor tikus”

pada hasil foto. Kemudian sampel dipoles dengan menggunakan larutan titanium dioksida. Hasil poles tersebut dietsa dengan larutan HF 0,5 %. Pengamatan yang dilakukan dengan perbesaran 100x, 200 x dan 500x. Dari hasil foto metalografi tersebut, dipilih beberapa sampel yang akan diuji dengan menggunakan SEM-EDS.

g. Pengujian SEM/EDS

Pengujian dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*) yang dilengkapi dengan EDS (*Energy Dispersive Spectroscopy*) bertujuan untuk mengetahui struktur mikro dan unsur penyusun fasa tertentu dengan pembesaran sampai 10.000 x.

