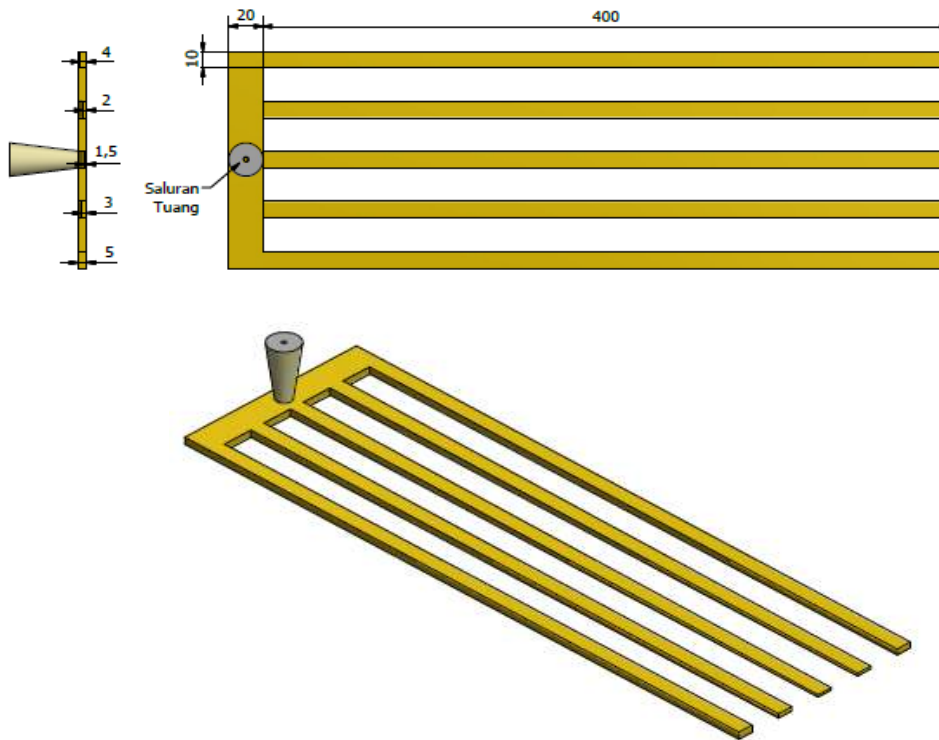


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

Paduan yang diteliti adalah paduan perunggu timah pada komposisi *high tin bronze* Cu(20, 25)wt.%Sn yang direkomendasikan sebagai “*bell metal*”. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bahan untuk pengecoran dan pengujian. Desain cetakan uji fluiditas ditunjukkan pada gambar 10.



Gambar 10. Desain cetakan uji fluiditas

Alat yang digunakan juga terdiri alat untuk pengecoran dan alat untuk pengujian. Tabel 1. menunjukkan kebutuhan bahan dan alat untuk uji fluiditas.

Tabel 1. Bahan dan alat penelitian uji fluiditas perunggu timah

Penelitian uji fluiditas	
Bahan uji fluiditas <i>sand casting</i>	Bahan uji fluiditas <i>investment casting</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Tembaga murni 99,9%Cu - Timah murni 99,9%Sn - Pasir cetak - Bahan bakar arang kayu 	<ul style="list-style-type: none"> - Tembaga murni 99,9%Cu - Timah murni 99,9%Sn - <i>Montana wax</i> - <i>Paraffin wax</i>

<ul style="list-style-type: none"> - Air - <i>Powder</i> katalis 	<ul style="list-style-type: none"> - Lumpur keramik/<i>slurry</i> - Air
<i>Alat uji fluiditas sand casting</i>	<i>Alat uji fluiditas investment casting</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Tungku peleburan - Kowi tanah liat - Pola logam dengan variasi ketebalan 1.5, 2, 3,4 dan 5 mm - Bingkai kayu/<i>flask</i> - Ladel - Termometer digital - Termokople tipe K - Kawat ayakan <i>mesh</i> 150 dan 100 	<ul style="list-style-type: none"> - Cetakan pola lilin dengan variasi ketebalan 1.5,2,3,4 dan 5 mm - Tungku peleburan - Kowi tanah liat - Ladel - Termometer digital - Termokopel tipe K - Kawat ayakan <i>mesh</i>150 dan 100

Bahan yang digunakan untuk mempersiapkan specimen uji terdiri atas: *resin polyepoksi*, *hardener*, kertas ampelas ukuran butiran *mesh* 500-2000, pasta *polishing*, kain beludru, larutan etsa (HNO_3 dan H_2O) dan *aquades*.

Peralatan yang digunakan untuk menyiapkan dan menguji specimen terdiri atas mesin potong, timbangan digital ketelitian 1 mg, spektrometri, mesin *polish*, dapur *heat treatment*, mesin uji kekerasan *microvickers*, mesin uji tarik *servopulser*, mesin uji bending *torse's universal*, mikroskop optik serta alat uji akustik FFT *analyser*. Pengujian akustik juga dilakukan secara numeris dengan menggunakan *software* Abaqus versi 6.14. Alat uji yang digunakan ditunjukkan pada gambar 11.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Gambar 11. (a) Spektrometri (b) Mikroskop optik (c) Hardness test (d) Density test (e) Servo pulser (UTS test) (f) Bending test

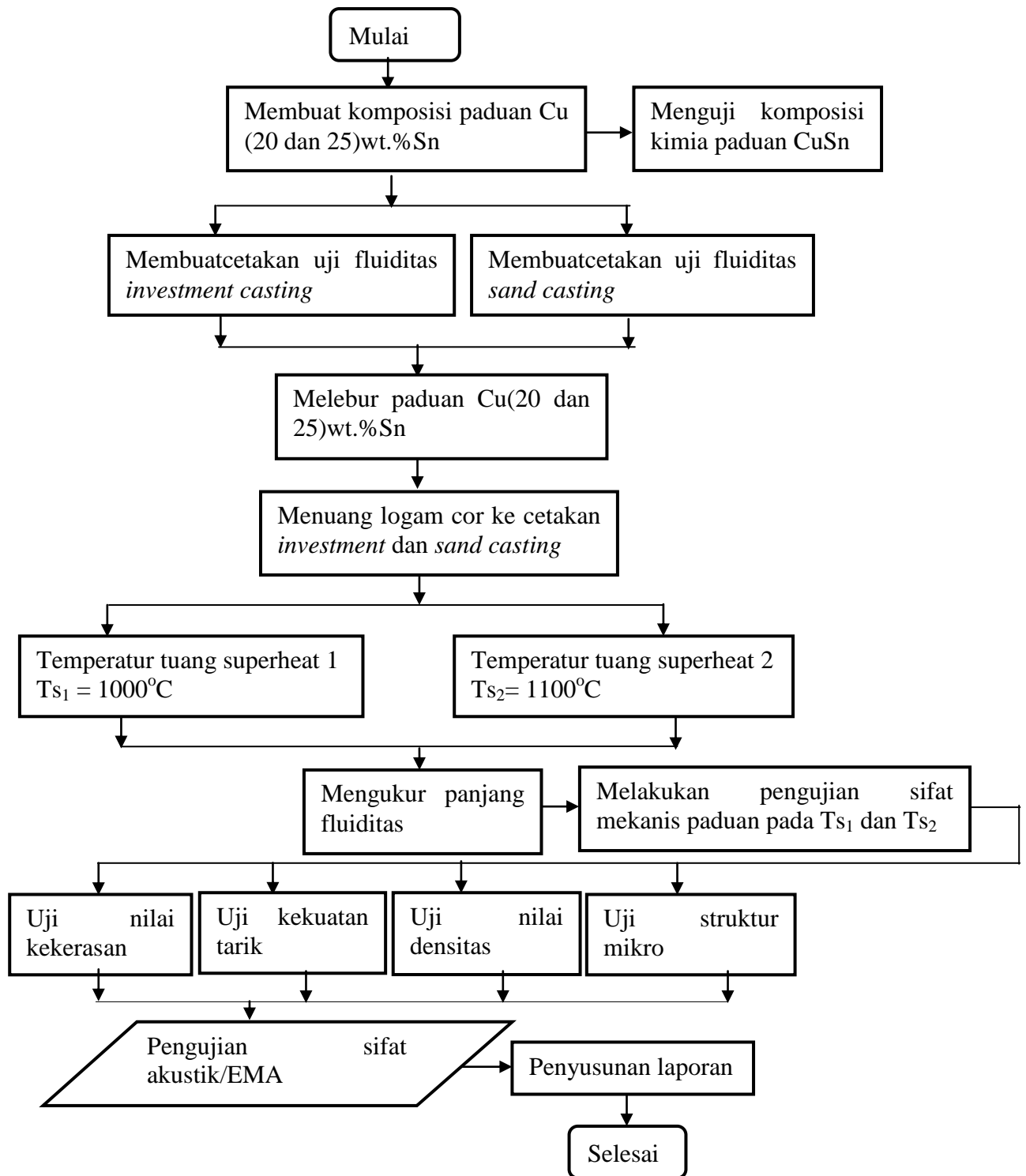
B. Tahapan dalam penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan penelitian sebagai berikut :

1. Menyiapkan bahan baku utama/master alloys berupa logam tembaga dengan kadar 99,9%Cu dan logam timah dengan kadar 99,9%Sn.
2. Melakukan proses peleburan untuk memperoleh komposisi paduan yang diinginkan yaitu Cu20wt.%Sn dan Cu25wt.%Sn dengan perbandingan berat masing-masing.
3. Menyiapkan pola untuk uji fluiditas meliputi pola logam untuk metode cetakan pasir/*sand casting* dan pola lilin untuk metode *investment casting*.
4. Membuat cetakan pasir/*sand casting* dan *investment casting* dengan pasir dan tanah liat yang telah diuji SEM-EDS dengan senyawa silika oksida/SiO₂.

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 12.

Diagram alir penelitian sebagaimana ditunjukkan pada gambar 12.



Gambar 12. Diagram alir penelitian

C. Jenis pengujian

Jenis pengujian pada spesimen meliputi :

1. Pengukuran panjang fluiditas.

Panjang fluiditas diukur dari pangkal saluran pembagi (*gating*) sampai dengan ujung batang yang mampu dicapai dalam satuan mm.

2. Pengamatan mikrostruktur

Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk mengetahui besar, bentuk, dan orientasi butir Cu(20 dan 254)wt.%Sn hasil pengecoran *sand casting* dan *investment casting*. Sebelum dilakukan pengamatan, terlebih dahulu dilakukan proses persiapan material berupa penghalusan permukaan (*polishing*) serta proses etsa (*etching*). Larutan etsa yang digunakan yaitu campuran HNO₃ dan H₂O dengan perbandingan 50%:50%. Pengujian struktur mikro mengikuti prosedur umum dalam pengujian struktur mikro logam. Struktur mikro dilakukan dengan menggunakan mikroskop optik dengan pembesaran 100X di Laboratorium bahan teknik Jurusan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada.

3. Pengujian kekerasan

Pengujian nilai kekerasan bahan bertujuan untuk menentukan ketahanan suatu bahan terhadap deformasi plastis apabila bahan tersebut diberi beban dari luar. Pengujian kekerasan bahan pada penelitian ini dilakukan dengan metode indentasi mikro Vickers, dimana pada permukaan material diberi beban sebesar 100 gram. Indentor berbentuk piramida intan dengan sudut antara permukaan berlawanan 136°. Waktu penetrasi selama 10 detik. Nilai kekerasan Vickers dapat dinyatakan dengan rumus (ASM Metals Hand Book Vol.8), persamaan 1:

$$VHN = 1,854 \frac{P}{d^2} \quad (1)$$

Dimana :

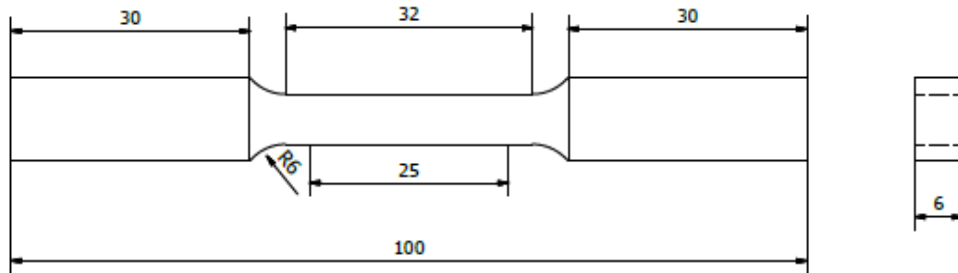
VHN = Nilai kekerasan permukaan (kg/mm²)

P = Beban indentasi (kg)

d = diagonal rata-rata bekas injakan penetrator (mm)

4. Pengujian kekuatan tarik

Pengujian dilakukan untuk menentukan tegangan tarik paduan Cu(20 dan 25)wt.%Sn dari hasil pengecoran cetakan *sand casting* dan *investment casting*. Gambar 13. menunjukkan dimensi specimen uji tarik menggunakan standart ASTM E8.



Gambar 13. Specimen uji tarik ASTM E8

Adapun beberapa persamaan pengujian tarik (2 dan 3) sebagai berikut :

Nilai tegangan tarik dinyatakan :

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (2)$$

Sedangkan nilai regangan bahan dinyatakan :

$$\varepsilon = \frac{L-L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (3)$$

Dimana :

σ = tegangan tarik (MPa)

ε = regangan (%)

F = beban (N)

A_0 = luas penampang mula-mula (mm^2)

L_0 = panjang specimen mula-mula (mm)

L = panjang specimen setelah pengujian (mm).

5. Pengujian Densitas dan Porositas

Pengujian porositas dilakukan dengan terlebih dahulu mengukur massa jenis aktual pada setiap komposisi paduan CuSn. Porositas benda dihitung dengan membandingkan massa jenis aktual dengan massa jenis teori. Perhitungan densitas menggunakan persamaan 4, sedangkan untuk menghitung porositas menggunakan persamaan 5. Ketelitian ukuran timbangan dari alat yang akan digunakan adalah 1 mg.

$$\rho_b = \frac{w_{udara}}{w_{udara} - w_{air}} \times \rho_{air} \quad (4)$$

$$\text{Porositas (\%)} = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_{theory}}\right) \times 100\% \quad (5)$$

Dimana :

ρ_b = massa jenis aktual benda (gr/cm^3)

w_{udara} = berat benda di udara (gr)

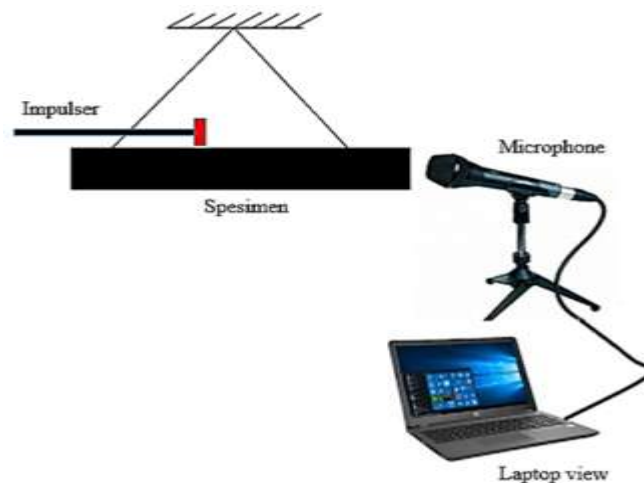
w_{air} = berat benda di dalam air (gr)

ρ_{air} = massa jenis air murni (1 gr/cm^3)

ρ_{teori} = massa jenis secara teori logam perunggu timah (gr/cm^3)

6. Pengukuran sifat akustik

Sifat akustik merupakan karakteristik penting pada bahan yang digunakan sebagai bahan utama alat musik, Pengukuran sifat akustik dilakukan dengan metode Experiment Method Analysis/EMA menggunakan software open source Audacity version 2.1.2. Parameter akustik yang diukur meliputi besaran frekuensi alamiah dan kapasitas redaman Cu20wt.%Sn dan Cu25wt.%Sn. Adapun mekanisme pengujian sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Mekanisme pengujian Experiment Method Analysis/EMA