

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikatnya. Dengan asumsi terdapat variabel yang konstan. Serta melakukan kajian literatur dari berbagai sumber seperti buku, jurnal dan internet yang bertujuan untuk menambah informasi dan data yang diperlukan.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium $\alpha\beta\gamma$ Landung Sari, Laboratorium Pengecoran Logam, dan Laboratorium Metalurgi Fisik Universitas Brawijaya. Adapun waktu penelitian dimulai pada bulan Maret sampai Oktober 2013.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi ukuran butir yang akan dibuat spesimen yaitu dengan ukuran 125 μm , 160 μm , 200 μm , 250 μm dan 315 μm .

2. Variabel terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas. Dalam penelitian ini variabel terikatnya meliputi:

- a. Porositas
- b. Distribusi Kekerasan

3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol merupakan variabel yang nilainya dikonstantkan. Dalam penelitian ini variabel terkontrolnya meliputi:

- a. Berat serbuk : 40 gram.
- b. Waktu penekanan : 15 menit.
- c. Tekanan *compacting* : 45 MPa.
- d. Suhu *sintering* : 450 °C.

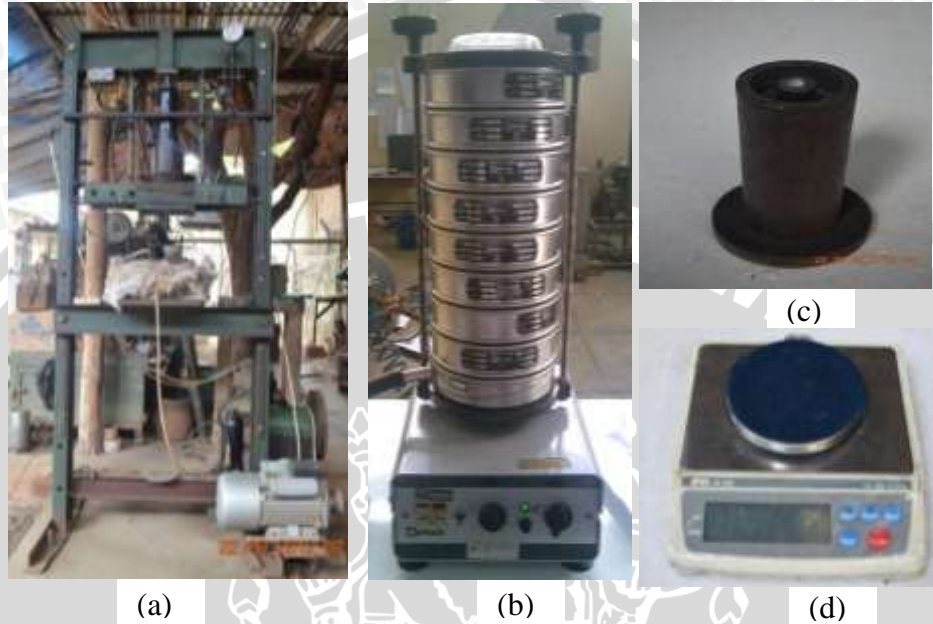
3.4 Peralatan dan Bahan yang Digunakan

3.4.1. Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Peralatan pembuatan spesimen.

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan spesimen dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Peralatan pembuatan spesimen: (a) Mesin *Hot Pressing*, (b) Mesin Rotap, (c) Cetakan, (d) Timbangan elektrik.

Keterangan:

- Mesin *hot pressing* digunakan untuk pembuatan spesimen uji (*bushing*). Dengan prinsip kerja mengepres serbuk sehingga terbentuk spesimen yang diinginkan serta sebagai pemanas untuk memanaskan serbuk hingga meleleh.
- Mesin Rotap digunakan untuk mengukur ukuran butir serbuk berdasarkan ukuran mesh. Ukuran mesh yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ukuran 125 μm , 160 μm , 200 μm , 250 μm dan 315 μm .
- Cetakan berfungsi sebagai tempat untuk membentuk spesimen.
- Timbangan elektrik digunakan untuk menimbang berat serbuk yang akan digunakan dalam pembuatan spesimen.

2. Peralatan pengujian

Peralatan pengujian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Peralatan pengujian: (a) alat uji kekerasan Micro Vickers, (b) alat uji piknometri

Keterangan:

- a. Alat uji kekerasan yang digunakan pada penelitian ini adalah Micro Vickers Hardness Tester. Alat ini digunakan untuk mengetahui nilai distribusi kekerasan pada spesimen.
 - b. Alat uji Piknometri digunakan untuk mengetahui nilai porositas pada spesimen.
3. Peralatan bantu pembuatan spesimen.

Peralatan bantu pembuatan spesimen yang digunakan dalam pembuatan spesimen dapat dilihat pada gambar 3.3.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 3.3. Peralatan bantu pembuatan spesimen: (a) Palu, (b) Penjepit Baja, (c) Sarung tangan, (d) Kayu, (e) Kuas

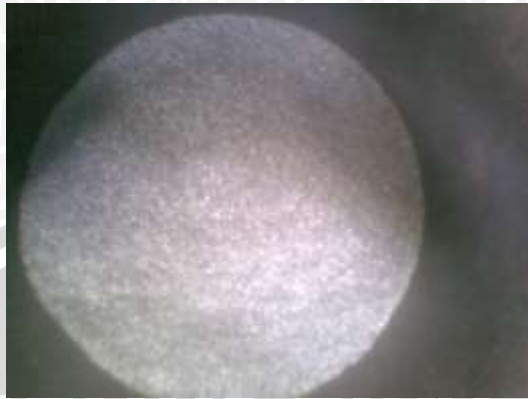
Keterangan:

- a. Palu digunakan untuk mengeluarkan spesimen.
- b. Penjepit baja digunakan untuk mengangkat cetakan dari dapur mesin *hot pressing*.
- c. Sarung Tangan digunakan untuk melindungi tangan dari cetakan dalam kondisi panas.
- d. Kayu digunakan membantu proses pengeluaran spesimen.
- e. kuas digunakan untuk membersihkan cetakan dan mengoleskan oli serta grafit pada cetakan.

3.4.2. Bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Serbuk paduan Al-Cu (duralumin)

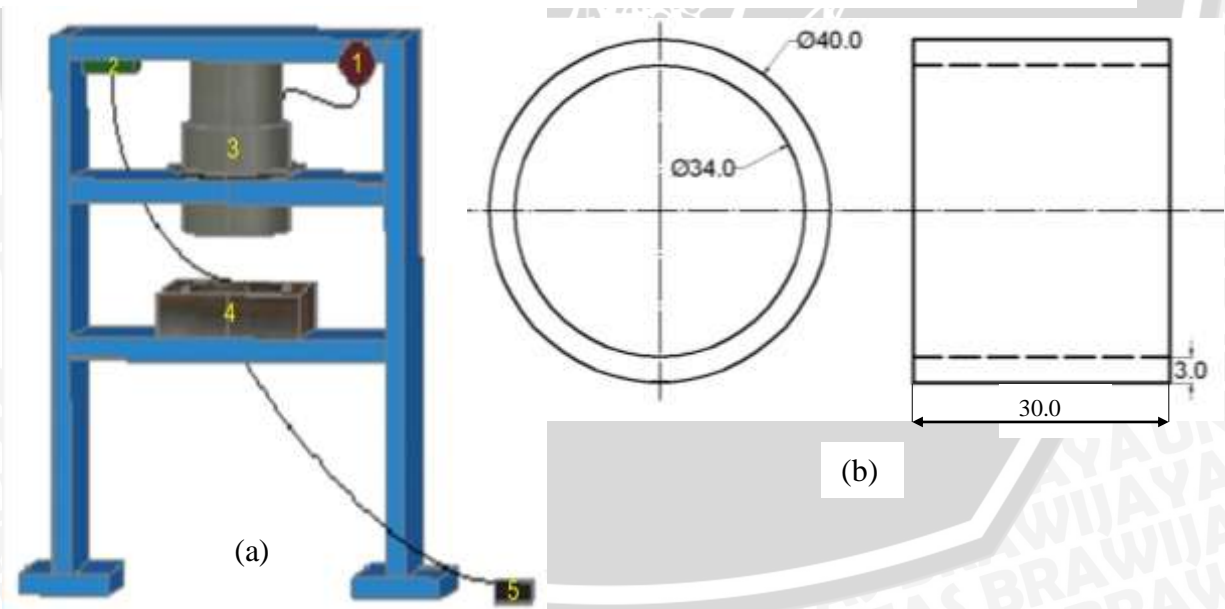


Gambar 3.4. Serbuk paduan Al-Cu

2. Grafit
3. Oli

3.5 Rancangan Pembuatan Spesimen

Instalasi pembuatan spesimen dan rancangan dimensi hasil *Powder Metallurgy* dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.5. (a). Instalasi *Hot Pressing*, (b). Rancangan dimensi hasil *Powder Metallurgy*

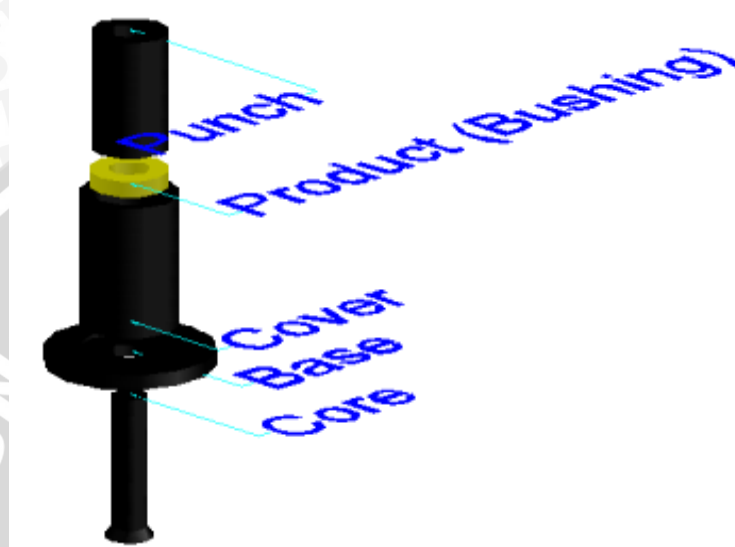
Keterangan Instalasi *Hot Pressing* :

1. *Pressure Gauge*
2. *Display Temperatur*

3. Beban Penekan
4. Dapur Pemanas
5. Sumber Listrik

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1. Prosedur Percobaan



Gambar 3.6. Instalasi Cetakan

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian adalah:

1. Mempersiapkan peralatan pengujian serta melakukan pengecekan mesin dalam kondisi baik.
2. Menimbang serbuk logam seberat 40 gram.
3. Menggabungkan *core* dan *base* menjadi satu susunan.
4. Meletakkan susunan *core* dan *base* ke dalam tungku mesin *hot pressing*.
5. Menyusun *cover* ke susunan *core* dan *base* sehingga *core*, *base* dan *cover* menjadi satu susunan.
6. Memasukkan serbuk logam ke celah antara *cover* dan *core*.
7. Menyusun *punch* ke susunan *core*, *base* dan *cover* sehingga *core*, *base*, *cover* dan *punch* menjadi satu susunan.
8. Memberikan tekanan hingga 100 bar pada cetakan dengan menaik-turunkan tuas hidrolik pada mesin *hot pressing*.
9. Menunggu hingga temperatur mencapai 450°C, kemudian naikan tekanan hingga 45 MPa.
10. Memulai *timer* dengan waktu 15 menit.

11. Menjaga temperatur selama *holding time* dengan memutus atau menyambung aliran listrik.
12. Melepaskan penekan hidrolik dari cetakan setelah waktu selesai.
13. Mengangkat cetakan dari tungku mesin *hot pressing* kemudian meletakkan di papan untuk membalik spesimen
14. Melepaskan *cover* dari susunan *core* dan *base* kemudian melepaskan *punch* dari *cover*.
15. Membalik *cover* kemudian pukul spesimen dengan kayu dan palu hingga spesimen agak turun.
16. Memasukkan susunan *core* dan *base* ke dalam tungku mesin *hot pressing*.
17. Menyusun *cover* ke susunan *core* dan *base* sehingga menjadi susunan *core*, *base* dan *cover*.
18. Menyusun *punch* ke susunan *core*, *base* dan *cover*.
19. Mengulangi poin 8 sampai poin 13.
20. Memukul *punch* dengan kayu dan palu sampai spesimen keluar dari dalam *cover*.

Mengulangi prosedur poin 2 sampai poin 20 dengan variasi ukuran butir serbuk yaitu 125 μm , 160 μm , 200 μm , 250 μm dan 315 μm .

- Spesimen pertama dilakukan dengan memasukkan serbuk pada cetakan dengan ukuran butir serbuk 125 μm .
- Spesimen kedua dilakukan dengan memasukkan serbuk pada cetakan dengan ukuran butir serbuk 160 μm .
- Spesimen pertama dilakukan dengan memasukkan serbuk pada cetakan dengan ukuran butir serbuk 200 μm .
- Spesimen pertama dilakukan dengan memasukkan serbuk pada cetakan dengan ukuran butir serbuk 250 μm .
- Spesimen pertama dilakukan dengan memasukkan serbuk pada cetakan dengan ukuran butir serbuk 315 μm .

3.6.2. Prosedur Pengambilan Data dan Pengolahan Data

Dari produk *bushing* hasil *powder metallurgy*, dilakukan pengujian untuk mengetahui nilai porositas dan nilai distribusi kekerasan. Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

- a) Pengujian untuk mengetahui nilai porositas
 1. Mengambil spesimen hasil *powder metallurgy* dengan ukuran butir serbuk 125 μm .
 2. Melakukan proses penimbangan berat akhir spesimen.
 3. Melakukan pengulangan langkah 1 sampai 2 pada spesimen *powder metallurgy* dengan ukuran butir serbuk 160 μm , 200 μm , 250 μm dan 315 μm .
 4. Melakukan proses pengujian porositas menggunakan peralatan *picnometry test* pada semua spesimen.
 5. Melakukan analisa dan pembahasan dari data-data tersebut.
 6. Melakukan penarikan kesimpulan.
- b) Pengujian untuk mengetahui nilai kekerasan
 1. Mengambil spesimen hasil *powder metallurgy* dengan ukuran butir serbuk 125 μm .
 2. Melakukan pengamplasan dengan menggunakan kertas gosok sampai didapatkan permukaan yang halus.
 3. Kemudian melakukan proses penandaan dan pembagian spesimen menjadi 3 segmen yaitu segmen atas, tengah dan bawah dengan jarak tiap segmen 10 mm.
 4. Dilakukan pengujian kekerasan sebanyak 3 titik setiap segmen.
 5. Melakukan pengulangan langkah 1 sampai 4 pada spesimen hasil *powder metallurgy* lainnya dengan ukuran butir yang berbeda yaitu ukuran butir serbuk 160 μm , 200 μm , 250 μm dan 315 μm .
 6. Melakukan pengambilan data seperti tabel.
 7. Melakukan analisa dan pembahasan dari data-data tersebut.
 8. Melakukan penarikan kesimpulan.

3.7 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian dari pengaruh ukuran butir terhadap distribusi kekerasan dapat dilihat dari tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Rancangan Percobaan Uji Kekerasan

Ukuran Butir (μm)	Bagian		Nilai Kekerasan (Hv)	Rata-rata (Hv)
125	Segmen 1	Ujung	HA1U	HA1
		Tengah	HA1T	
		Pangkal	HA1P	
	Segmen 2	Ujung	HA2U	HA2
		Tengah	HA2T	
		Pangkal	HA2P	
	Segmen 3	Ujung	HA3U	HA3
		Tengah	HA3T	
		Pangkal	HA3P	
160	Segmen 1	Ujung	HB1U	HB1
		Tengah	HB1T	
		Pangkal	HB1P	
	Segmen 2	Ujung	HB2U	HB2
		Tengah	HB2T	
		Pangkal	HB2P	
	Segmen 3	Ujung	HB3U	HB3
		Tengah	HB3T	
		Pangkal	HB3P	
200	Segmen 1	Ujung	HC1U	HC1
		Tengah	HC1T	
		Pangkal	HC1P	
	Segmen 2	Ujung	HC2U	HC2
		Tengah	HC2T	
		Pangkal	HC2P	
	Segmen 3	Ujung	HC3U	HC3
		Tengah	HC3T	
		Pangkal	HC3P	
250	Segmen 1	Ujung	HD1U	HD1
		Tengah	HD1T	
		Pangkal	HD1P	
	Segmen 2	Ujung	HD2U	HD2
		Tengah	HD2T	
		Pangkal	HD2P	
	Segmen 3	Ujung	HD3U	HD3
		Tengah	HD3T	
		Pangkal	HD3P	
315	Segmen 1	Ujung	HE1U	HE1
		Tengah	HE1T	

Ukuran Butir (μm)	Bagian		Nilai Kekerasan (Hv)	Rata-rata (Hv)
	Segmen 2	Pangkal	HE1P	HE2
		Ujung	HE2U	
		Tengah	HE2T	
	Segmen 3	Pangkal	HE2P	HE3
		Ujung	HE3U	
		Tengah	HE3T	
		Pangkal	HE3P	

Keterangan:

A : Spesimen dengan ukuran butir serbuk 125 μm .

B : Spesimen dengan ukuran butir serbuk 160 μm .

C : Spesimen dengan ukuran butir serbuk 200 μm .

D : Spesimen dengan ukuran butir serbuk 250 μm .

E : Spesimen dengan ukuran butir serbuk 315 μm .

*Pada digit kedua

1 : Segmen 1

2 : Segmen 2

3 : Segmen 3

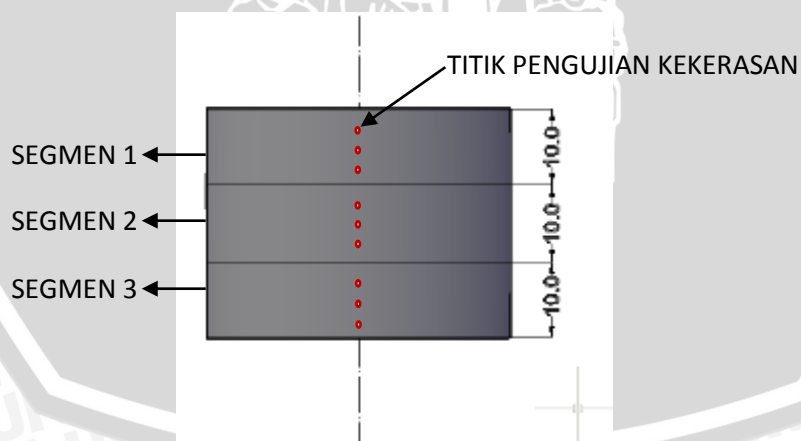
**Pada digit ketiga

U : Bagian Ujung

T : Bagian Tengah

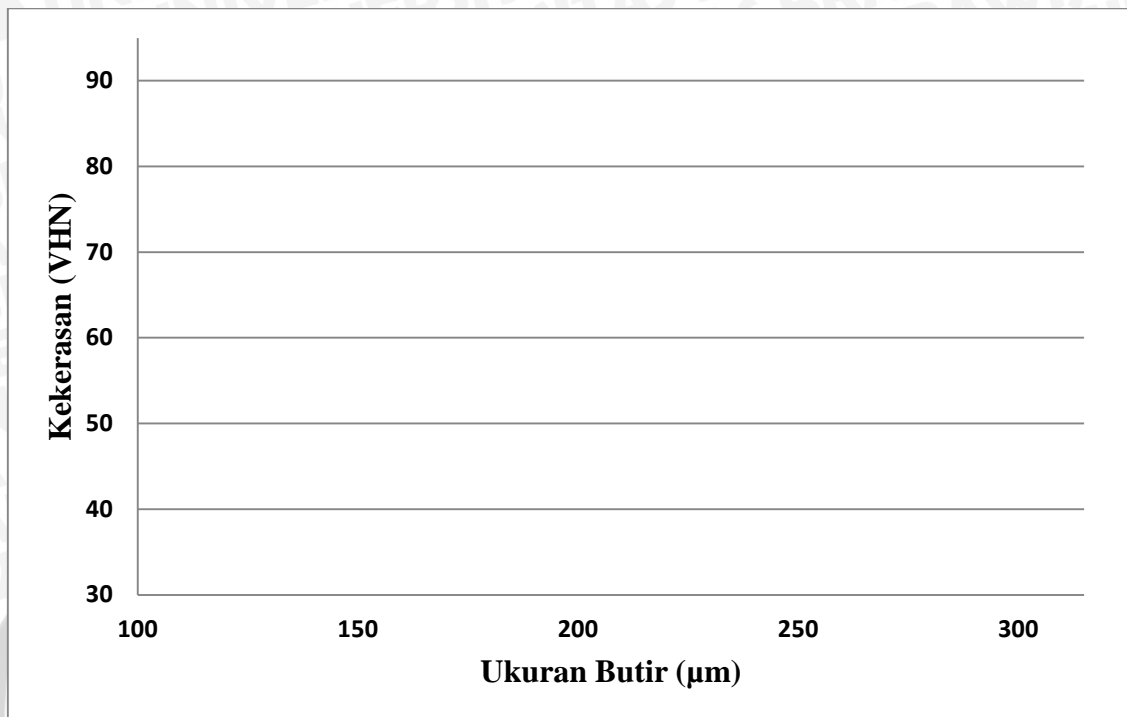
P : Bagian Pangkal

***Pada digit keempat



Gambar 3.7. Uji Distribusi Kekerasan Spesimen

Penyajian data hasil pengujian distribusi kekerasan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8. Rancangan Grafik Hubungan Ukuran Butir terhadap Distribusi Kekerasan pada *Bushing Powder Metallurgy Duralumin*

Rancangan penelitian dari pengaruh ukuran butir terhadap porositas, dapat dilihat dari tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Rancangan Percobaan Uji Porositas

Ukuran butir (μm)	Pengulangan	Ws	Wb	Wsb
125	1	W _{As1}	W _{Ab1}	W _{Asb1}
	2	W _{As2}	W _{Ab2}	W _{Asb2}
	3	W _{As3}	W _{Ab3}	W _{Asb3}
	Rata-rata	W _{As}	W _{Ab}	W _{Asb}
160	1	W _{Bs1}	W _{Bb1}	W _{Bsb1}
	2	W _{Bs2}	W _{Bb2}	W _{Bsb2}
	3	W _{Bs3}	W _{Bb3}	W _{Bsb3}
	Rata-rata	W _{Bs}	W _{Bb}	W _{Bsb}
200	1	W _{Cs1}	W _{Cb1}	W _{Csb1}
	2	W _{Cs2}	W _{Cb2}	W _{Csb2}
	3	W _{Cs3}	W _{Cb3}	W _{Csb3}
	Rata-rata	W _{Cs}	W _{Cb}	W _{Csb}
250	1	W _{Ds1}	W _{Db1}	W _{Dsb1}
	2	W _{Ds2}	W _{Db2}	W _{Dsb2}
	3	W _{Ds3}	W _{Db3}	W _{Dsb3}
	Rata-rata	W _{Ds}	W _{Db}	W _{Dsb}

Ukuran butir (μm)	Pengulangan	W_s	W_b	W_{sb}
315	1	W_{Es1}	W_{Eb1}	W_{Esb1}
	2	W_{Es2}	W_{Eb2}	W_{Esb2}
	3	W_{Es3}	W_{Eb3}	W_{Esb3}
	Rata-rata	W_{Es}	W_{Eb}	W_{Csb}

Keterangan :

A : Spesimen dengan ukuran butir serbuk 125 μm .

B : Spesimen dengan ukuran butir serbuk 160 μm .

C : Spesimen dengan ukuran butir serbuk 200 μm .

D : Spesimen dengan ukuran butir serbuk 250 μm .

E : Spesimen dengan ukuran butir serbuk 315 μm .

W_s = berat sampel di luar air

W_b = berat keranjang dalam air

W_{sb} = berat sampel dan keranjang dalam air

Rancangan hasil dari pengujian Prosentase Porositas dapat dilihat pada table 3.3.

Tabel 3.3 Prosentase Porositas

Pengulangan	Prosentase Porositas (%)				
	125	160	200	250	315
1	P_{A1}	P_{B1}	P_{C1}	P_{D1}	P_{E1}
2	P_{A2}	P_{B2}	P_{C2}	P_{D2}	P_{E2}
3	P_{A3}	P_{B3}	P_{C3}	P_{D3}	P_{E3}
Rata-rata	P_A	P_B	P_C	P_D	P_E

Keterangan:

A : Prosentase porositas spesimen dengan ukuran butir serbuk 125 μm .

B : Prosentase porositas spesimen dengan ukuran butir serbuk 160 μm .

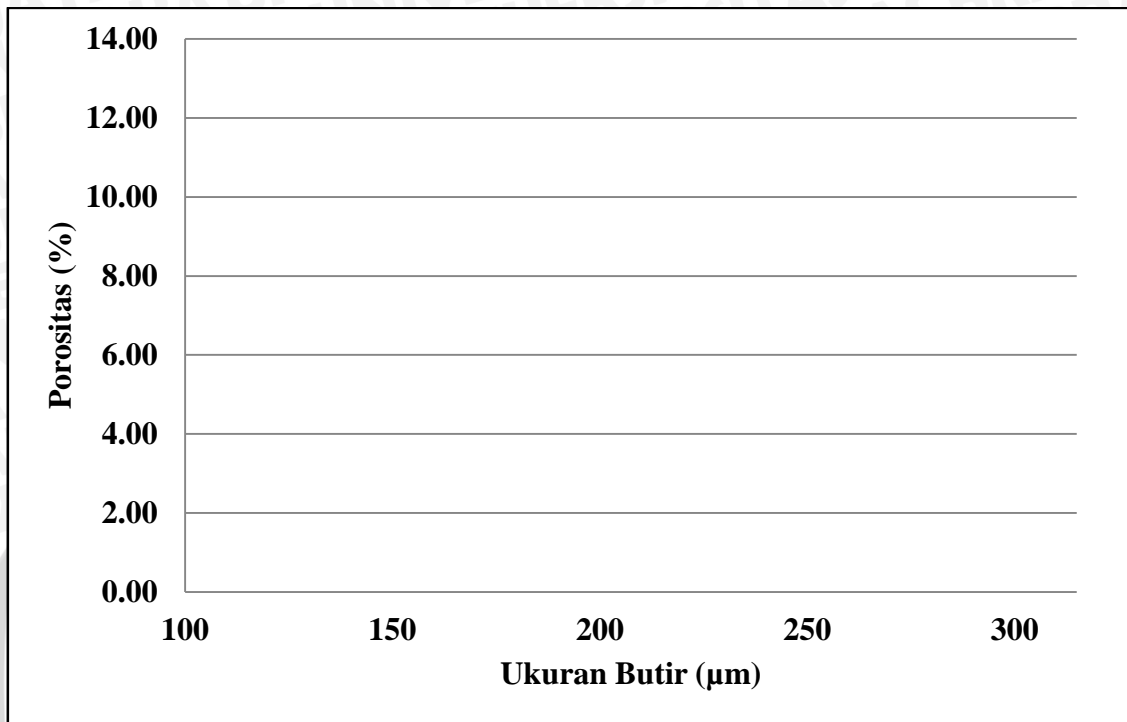
C : Prosentase porositas spesimen dengan ukuran butir serbuk 200 μm .

D : Prosentase porositas spesimen dengan ukuran butir serbuk 250 μm .

E : Prosentase porositas spesimen dengan ukuran butir serbuk 315 μm .

Penyajian data hasil pengujian porositas dalam bentuk grafik dapat dilihat pada gambar

3.9.

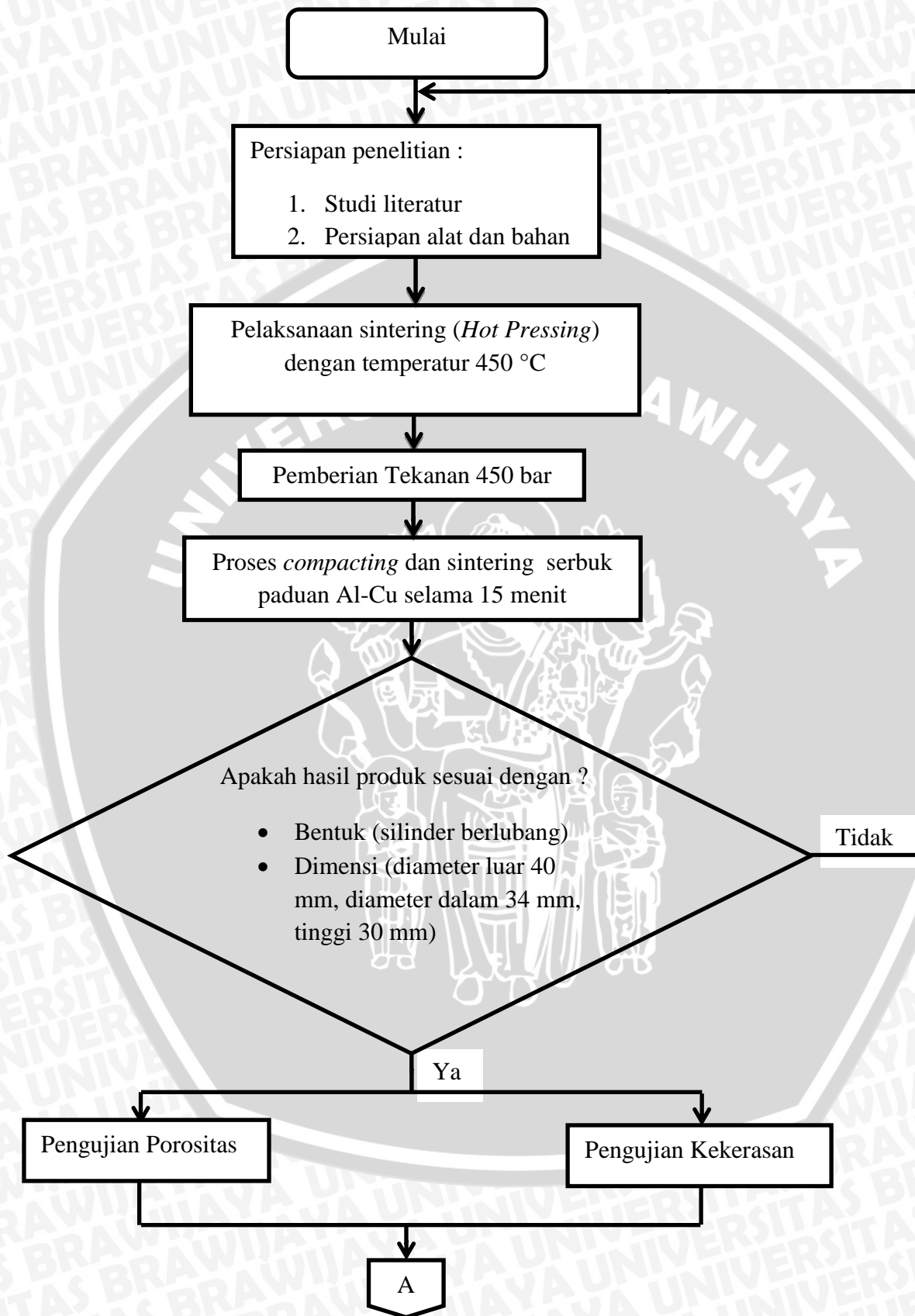


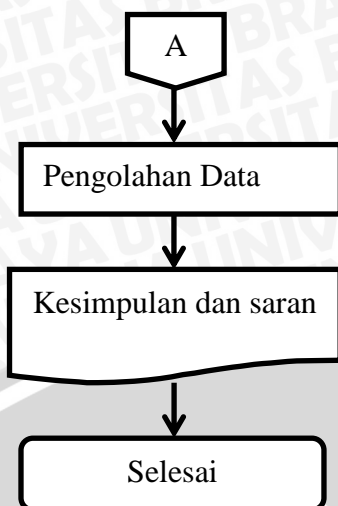
Gambar 3.9. Rancangan Grafik Hubungan Ukuran Butir terhadap Porositas pada *Bushing Powder Metallurgy Duralumin*

3.8 Sumber Data

Sumber data penelitian terdiri atas sumber primer dan sekunder. Data dari sumber primer merupakan data yang diperoleh langsung oleh peneliti melalui kegiatan penelitian nyata. Data dari sumber primer yang dimaksud dalam penelitian ini adalah data hasil pengujian. Sedangkan data dari sumber sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung oleh peneliti dengan cara mengolah data primer menjadi data baru atau mengambil data dari peneliti lain. Data dari sumber sekunder dalam penelitian ini adalah data kandungan unsur pada duralumin oleh Febrienni Binarwati W.

3.9 Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.10. Diagram Alir Penelitian

