

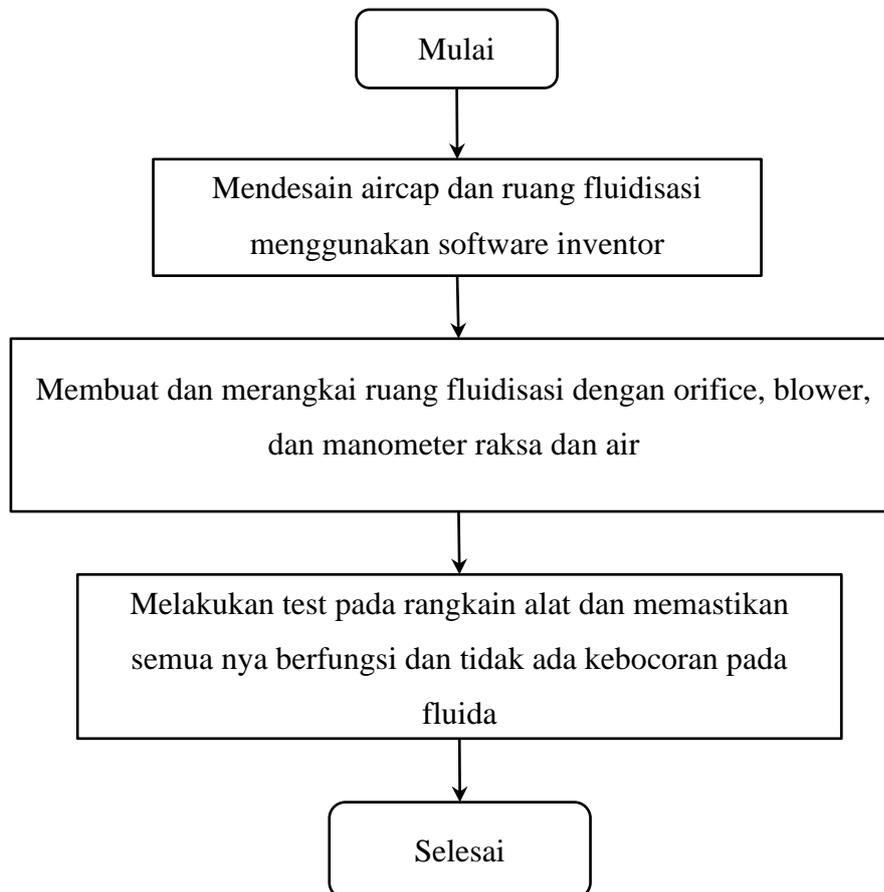
## BAB III

### METODOLOGI PERCOBAAN

#### 3.1 Tahap Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan persiapan alat dan ruang fluidisasi, persiapan material bed, uji *cold-test* di ruang fluidisasi. Berikut diagram alir terkait tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada penelitian:

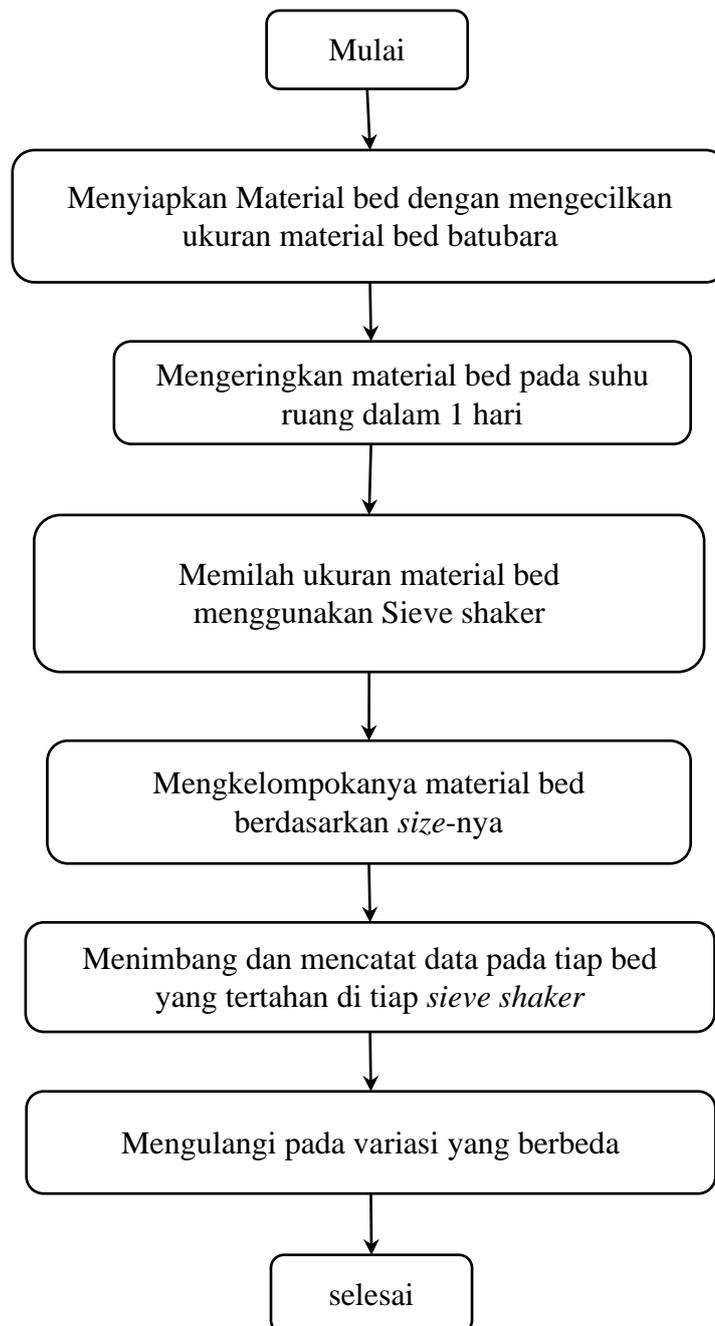
##### 3.1.1 Diagram Alir Persiapan Alat dan Ruang Fluidisasi



**Gambar 3.1** Diagram Alir Persiapan Alat Fluidisasi

### 3.1.2 Diagram Alir Persiapan *Material Bed*

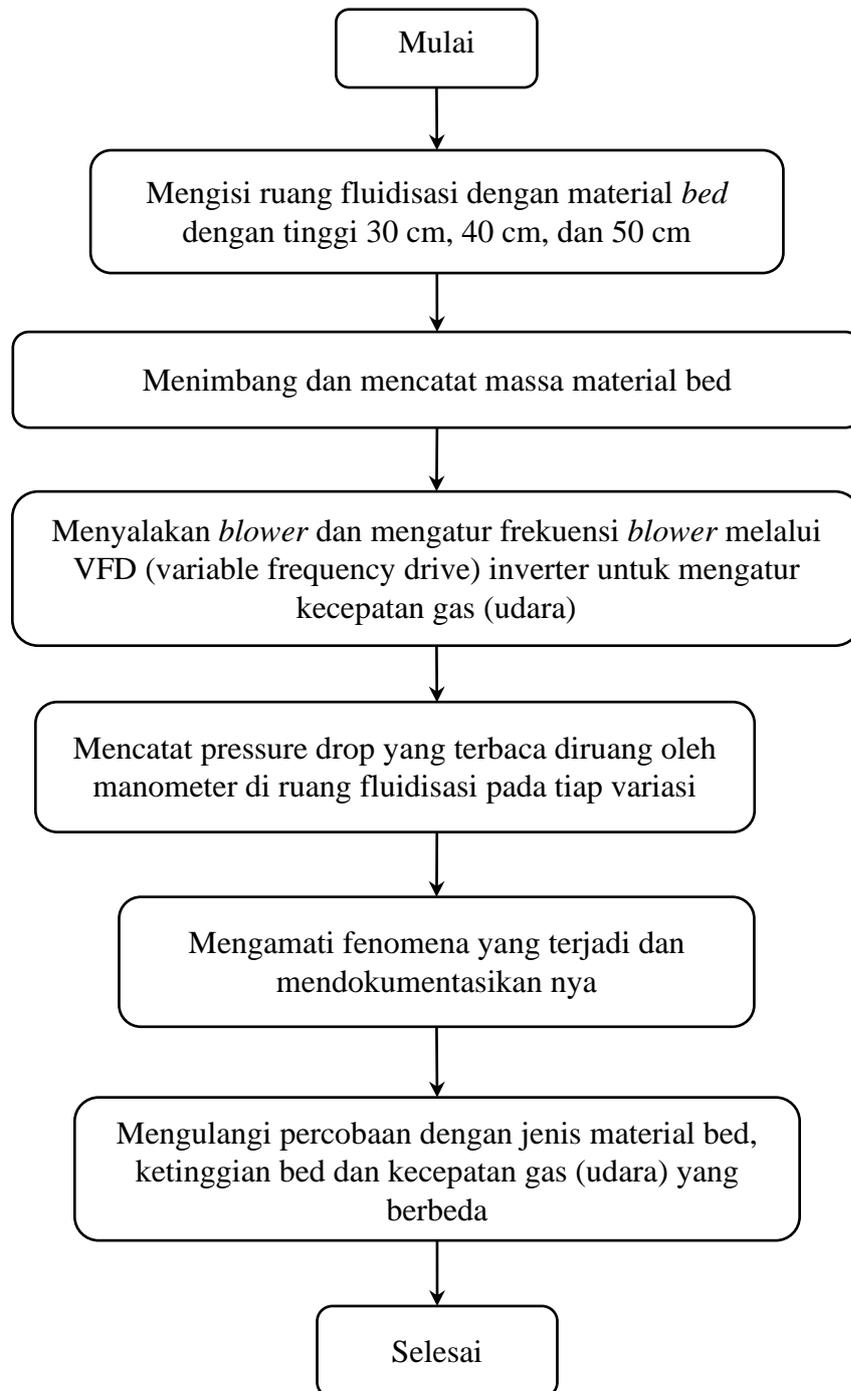
Berikut merupakan diagram alir persiapan *material bed* dengan tahapan sebagai berikut :



**Gambar 3.2** Diagram Alir Persiapan *Material Bed*

### 3.1.3 Diagram Alir Percobaan *Cold-Test* di Ruang Fluidisasi

Berikut Diagram Alir Percobaan Proses Fluidisasi Uji Di CFB Boiler dengan tahapan sebagai berikut :



**Gambar 3.3** Diagram Alir Percobaan Proses Fluidisasi Uji Dingin di CFB Boiler

### **3.2 Prosedur Percobaan**

Berikut merupakan prosedur percobaan pada uji *cold-test* pada *aircap type-bell* inovatif pada penelitian ini sebagai berikut :

#### **3.2.1 Diagram Alir Persiapan Alat dan Ruang Fluidisasi**

Proses persiapan alat dan ruang fluidisasi diawali dengan membuat desain *aircap (engineering drawing)* dan ruang fluidisasi menggunakan software inventor, kemudian melakukan pembuatan alat sesuai desain yang telah dibuat di *workshop*. lalu membuat dan merangkai alat fluidisasi dengan orifice, blower, dan manometer air raksa, selanjutnya melakukan pengujian pada ruang fluidisasi dan memastikan semua berfungsi dengan baik dan tidak ada kebocoran pada alat.

#### **3.2.2 Diagram Alir Persiapan Material Bed**

Proses persiapan *material bed* dilakukan dengan menyiapkan *material bed* dengan mengecilkan ukuran *material bed*, selanjutnya mengeringkan *material bed* dengan cara mendiamkannya pada suhu ruang selama 24 jam, lalu memilah ukuran dan mengelompokkannya berdasarkan *size-nya* sebesar 4, 5, 7, 10, dan 20 mesh menggunakan sieve shaker, menimbang dan mencatat data pada tiap bed yang tertahan di tiap sieve shaker.

#### **3.2.3 Diagram Alir Percobaan Cold-Test di Ruang Fluidisasi**

Proses percobaan *cold-test* di ruang fluidisasi dimulai dengan mengisi ruang fluidisasi dengan *material bed* sesuai variasi ketinggiannya yaitu 30, 40, dan 50 cm. Lalu menimbang dan mencatat massa *material bed* dan menyalakan blower dan atur frekuensi blower melalui VFD Inverter sebesar 10, 20, 30, 40, dan 50 hz untuk mengatur kecepatan udara, dan mencatat pressure drop menggunakan manometer di ruang fluidisasi pada tiap variasi, mengamati fenomena yang terjadi dan mendokumentasikannya lalu mengulangi percobaan dengan variasi yang berbeda.

### **3.3 Alat dan Bahan**

Berikut ini adalah alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini :

### 3.3.1 Bahan

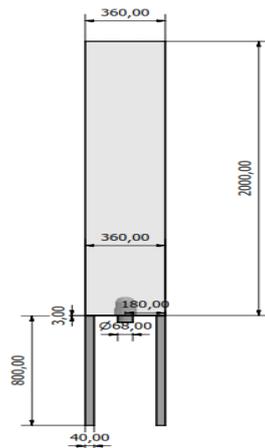
Berikut bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini selama percobaan yaitu sebagai berikut:

- a. Batubara kalori rendah (low rank coal)
- b. Pasir silika

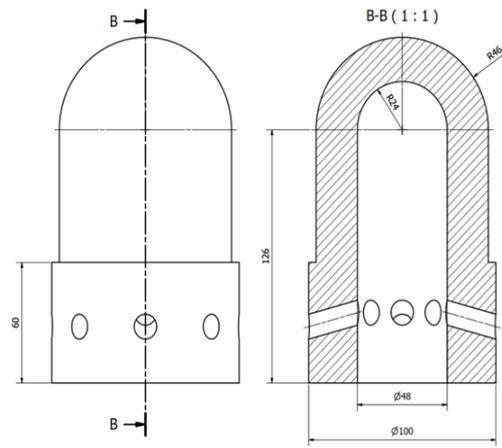
### 3.3.2 Alat

Berikut alat-alat yang digunakan pada penelitian ini selama percobaan yaitu sebagai berikut:

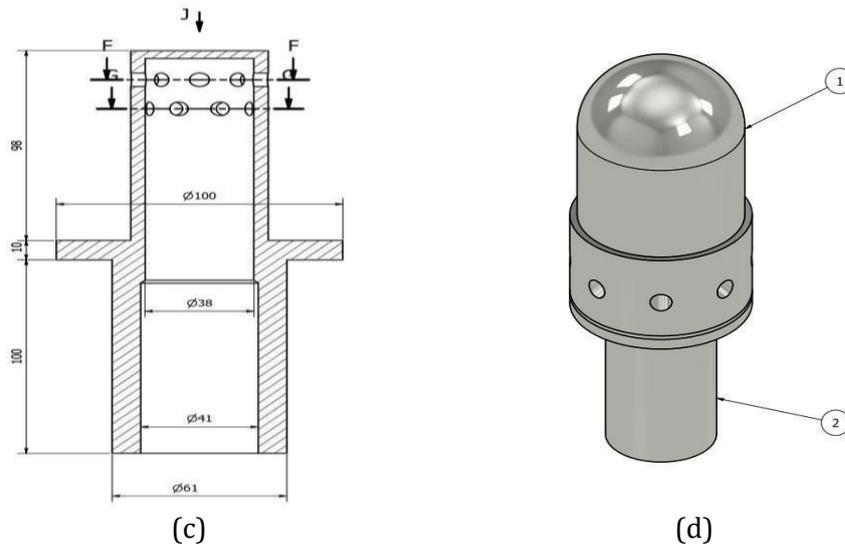
- a. Ruang Fluidisasi 360x360x2000 mm
- b. *Air caps bell-type Inovatif*
- c. Blower Katsu HB-1500A Power 1,5 KW
- d. Manometer digital SNDWAY
- e. Neraca digital Vernier VEB 2000C
- f. Anemometer LINI-T
- g. VFD Inverter Nflixing 9600D 2,2 Kw
- h. Sieve shaker



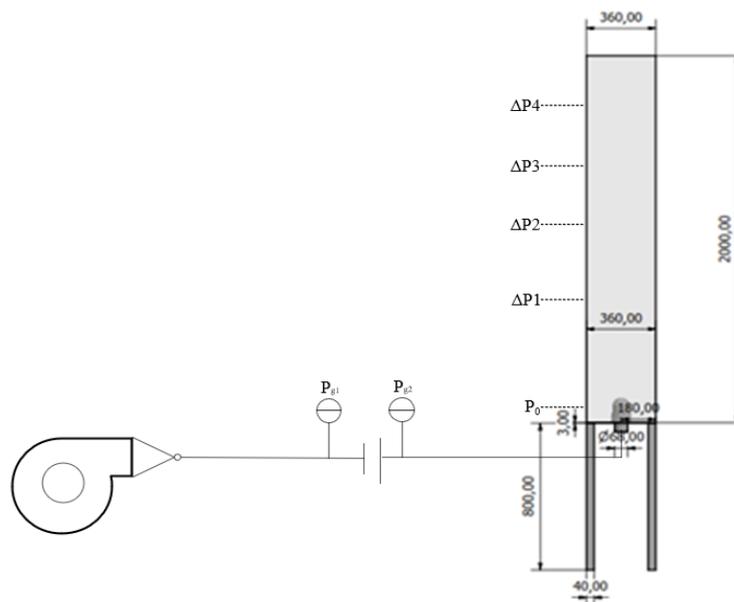
(a)



(b)



**Gambar 3.4** (a) Ruang Fluidisasi (b) cover tube aircaps (c) inner tube aircaps (d)  
Desain 3D *air caps* inovatif



**Gambar 3.5** Rangkaian alat fluidisasi

### 3.4 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat tiga variabel yaitu variabel tetap, bebas, dan terikat. Pada penelitian ini variabel tetap adalah tipe *aircap*. Untuk variabel bebasnya adalah ukuran *material bed*, jenis *material bed*, dan kecepatan udara. Variabel terikat meliputi *pressure drop* dan ketinggian *material bed* yang terfluidisasi.

### 3.5 Metode Pengumpulan dan Analisa Data

Metode pengumpulan dan analisa data yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kualitatif dan metode kuantitatif. Metode kualitatif berupa visual pada fenomena-fenomena berlangsungnya proses fluidisasi pada uji dingin pada CFB, hal tersebut karena dapat memberikan kemudahan untuk pengamatan. Sedangkan metode kuantitatif berupa pengambilan data pada uji particle size distribution (PSD) dengan standar SNI-03-1968-1990. Lalu menganalisa kurva karakteristik partikel dengan pengambilan data *pressure drop* dan kecepatan fluida ketika mengalir melalui *air cap bell-type* inovatif dalam plot logaritmik, Serta menganalisa dan menghitung nilai  $U_{mf}$  percobaan dan teori berdasarkan menggunakan persamaan :

$$\frac{d_m U_{mf} \rho_g}{\mu} = \left( 33.7^2 + 0.0408 \frac{d_m^3 \rho_g (\rho_m - \rho_g)}{\mu^2} \right)^{\frac{1}{2}} - 33.7 \dots\dots\dots 3.1$$

dimana persamaan ini didapatkan berdasarkan (Genehr et al., 2020) untuk menghitung nilai  $U_{mf}$  pada partikel campuran, selanjutnya merupakan persamaan yang didapatkan

$$\frac{d_m U_{mf} \rho_g}{\mu} = \left( C_1^2 + C_2 \frac{d_m^3 \rho_g (\rho_m - \rho_g)}{\mu^2} \right)^{\frac{1}{2}} - C_1 \dots\dots\dots 3.2$$

dimana nilai  $C_1$  dan  $C_2$  merupakan konstanta yang didapatkan dari eksperimen sebagai 27,2 dan 0,0408 (Basu, 2015), persamaan selanjutnya merupakan persamaan ergun yang mana dapat dilihat di bawah :

$$\frac{\Delta P g_c}{\rho L} = \frac{1-\varepsilon}{\varepsilon^3} \frac{S_p}{V_p} \left( \frac{K_1 \mu g U_{mf}^{(1-\varepsilon)} S_p}{\rho v_p} + K_2 \cdot U_{mf}^2 \right) \dots\dots\dots 3.3$$

Setelah itu untuk mengetahui korelasi tiap persamaan dengan hasil eksperimen dapat menggunakan persen eror, absolut persen error dan RMS eror berdasarkan persamaan di bawah ini.

$$E_r = 100 \left( \frac{1}{N} \right) \sum_1^N \left( \frac{X_{exp} - X_{teori}}{x_{exp}} \right) \dots\dots\dots 3.4$$

$$E_r = 100 \left( \frac{1}{N} \right) \sum_1^N \left| \left( \frac{X_{exp} - X_{teori}}{x_{exp}} \right) \right| \dots\dots\dots 3.5$$

$$E_{RMS} = \left[ \left( \frac{1}{N} \right) \sum_1^N (X_{exp} - X_{teori})^2 \right]^{1/2} \dots\dots\dots 3.6$$