

## BAB III METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimental (*experimental research*), yaitu melakukan pengamatan untuk mencari data sebab-akibat dalam suatu proses melalui eksperimen sehingga dapat mengetahui karakteristik pembakaran bahan bakar LPG dan metana pada *meso-scale combustor*.

### 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2014 sampai dengan Mei 2014, bertempat di Laboratorium Fluida, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.

### 3.2 Variabel Penelitian

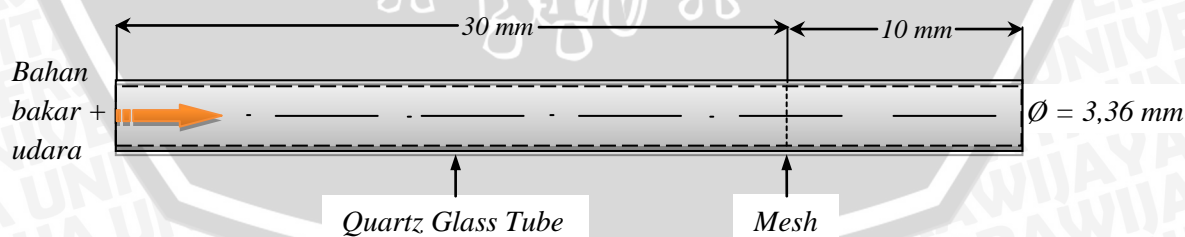
Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

#### 1. Variabel bebas (*independent variable*)

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sendiri oleh peneliti dan tidak dipengaruhi oleh variabel lain, berfungsi sebagai sebab dalam penelitian. Adapun yang merupakan variabel bebas dalam penelitian ini yaitu:

- Jenis bahan bakar yang digunakan yaitu LPG dan metana
- Debit bahan bakar dan debit udara

Adapun skema *combustor* yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Meso-Scale Combustor

#### 2. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Adapun variabel terikat dalam penelitian ini yaitu :

- a. *Flame stabilization limit*
  - b. Visualisasi nyala api
  - c. Temperatur nyala api
  - d. Temperatur gas hasil pembakaran
  - e. Temperatur dinding *combustor*
3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol dalam penelitian ini adalah rasio ekuivalen dan kecepatan reaktan untuk pengambilan data visualisasi nyala api dan temperatur. Pengambilan data visualisasi nyala api dan temperatur dilakukan pada rasio ekuivalen ( $\Phi$ ) = 0.83, 0.9 dan 1 dengan kecepatan reaktan = 25 cm/s, 35 cm/s, 40 cm/s.

### 3.3 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah :

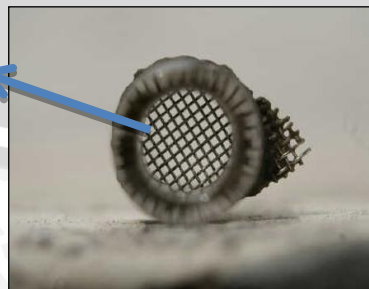
1. *Meso scale-combustor*

*Meso scale-combustor* dibuat dari material *quartz glass tube* (yang tahan temperatur tinggi) dengan ukuran diameter dalam 3,36 mm dan panjang 40 mm, Detail *combustor* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.

2. *Wire mesh*

Pada penelitian kali ini *wire mesh* yang disisipkan berjumlah satu buah yang terbuat dari *stainless steel* dengan spesifikasi 60 *mesh* yang disisipkan dalam *meso-scale combustor* pada jarak 10 mm dari ujung *combustor*. Peran dari *wire mesh* adalah sebagai *flame holder* dan meningkatkan *heat recirculation* ke reaktan yang belum terbakar.

Wire mesh



Gambar 3.2 *Wire mesh*

### 3. Kompresor

Alat ini digunakan untuk memampatkan udara (oksidator) sehingga menghasilkan udara bertekanan, kemudian mengalirkannya menuju saluran untuk dicampur dengan bahan bakar, sehingga pada saat masuk ke *meso-scale combustor* bahan bakar dan udara telah tercampur terlebih dahulu.

Kompresor yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai data spesifikasi sebagai berikut :

- Daya / Power	: 1 Hp atau 0,746 kW
- Merk	: Wipro
- Model	: 10 KD
- Voltase	: 220 V
- Arus	: 7,5 A
- Kecepatan motor	: 2850 r/min
- Volume tangki	: 24 L
- Tekanan maksimum	: 0,8 MPa
- Frekuensi	: 50 Hz

### 4. Bahan bakar + tabung bahan bakar

Dalam penelitian ini bahan bakar yang digunakan adalah LPG (*Liquified Petroleum Gas*) dan metana.

### 5. Korek api

Alat ini digunakan untuk menyalakan api.

### 6. *Flow meter* bahan bakar dan udara

*Flow meter* digunakan untuk mengukur debit aliran bahan bakar atau udara (terlihat Gambar 3.3 sebelah kanan adalah *flow meter* bahan bakar dan Gambar 3.3 sebelah kiri adalah *flow meter* udara ).



Gambar 3.3 *Flow meter*

## 7. Kamera

Alat ini digunakan untuk mengambil atau merekam gambar dari nyala api hasil pembakaran yang terjadi, data yang diperoleh merupakan visualisasi nyala api dalam *combustor*. Dengan data spesifikasi sebagai berikut :

- a. Merk : Sony Alpha-300
- b. Lensa : DT30 mm F2.8 macro
- c. *ISO range* : Auto, 100-3200



Gambar 3.4 Kamera

## 8. *Thermocouple, data logger*

Alat ini digunakan untuk mengukur temperatur api dan gas hasil pembakaran serta temperatur dinding *combustor*. *Thermocouple* yang digunakan adalah type K dengan diameter 0.2 mm.

## 9. Laptop

*Laptop* digunakan untuk mengolah, menyimpan dan menampilkan data hasil pengukuran yang sudah dilakukan sebelumnya.

Spesifikasi computer yang digunakan adalah :

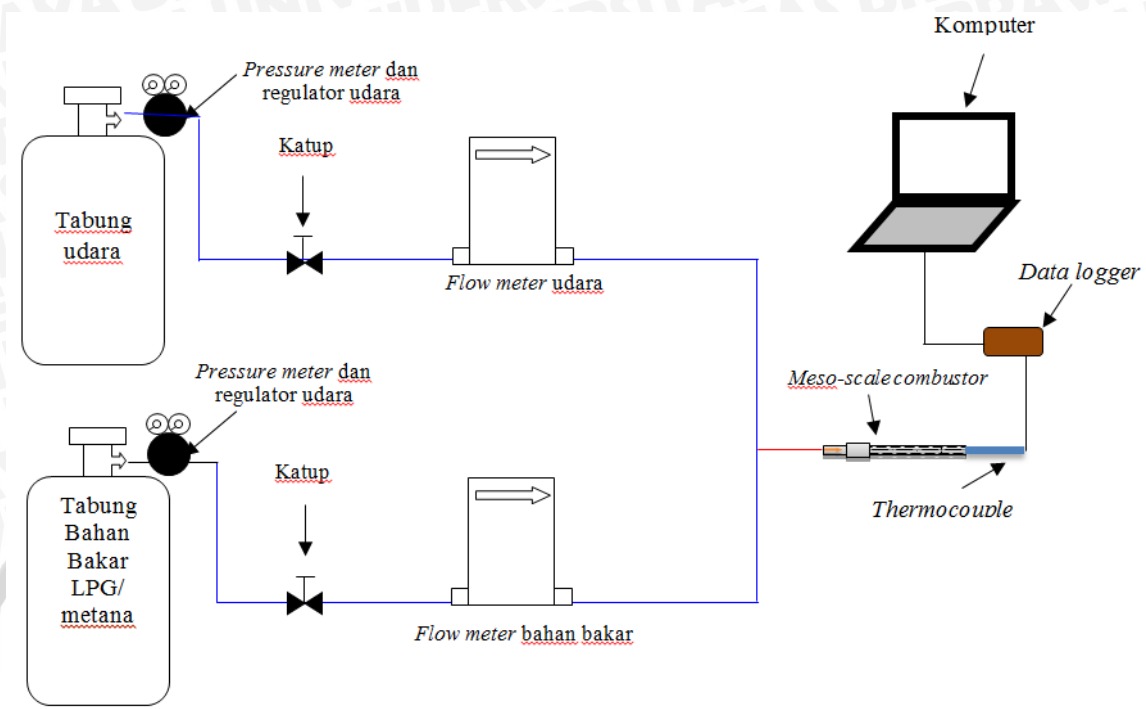
- a. Merk : Dell
- b. Processor : Intel Core i3-2370M (2.4 Ghz-3M Cache-2 Core)
- c. Operating System: Windows
- d. Memory : 4 GB DDR3
- e. Hard Drive : 240 GB
- f. Display : 14 HD Color Shine (LED) res (1366 x 768)



Gambar 3.5 Laptop

### 3.4 Skema Instalasi Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini disusun menjadi instalasi yang dapat dilihat pada skema Gambar 3.6 :



Gambar 3.6 Skema instalasi alat penelitian

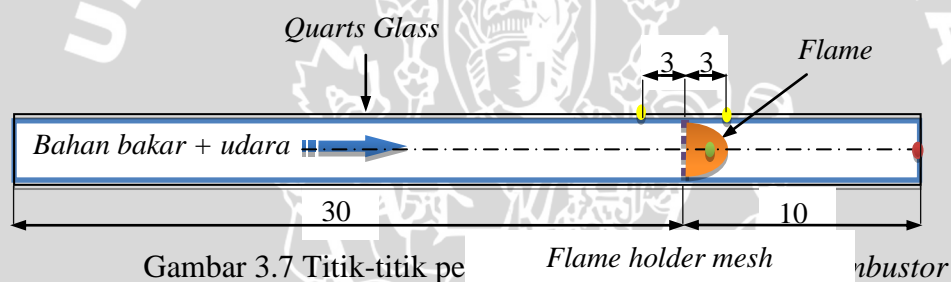
### 3.5 Metode Pengambilan Data

Langkah - langkah yang dilakukan untuk pengambilan data *flame stabilization limit*, visualisasi nyala api, dan temperatur api, temperatur gas hasil pembakaran dan temperatur dinding *combustor* dengan bahan bakar LPG dan metana adalah sebagai berikut:

1. Pasang *meso-scale combustor* pada instalasi penelitian.
2. Alirkan bahan bakar dari tangki bahan bakar dan udara dari tangki kompresor ke dalam *combustor*.
3. Atur debit bahan bakar dan udara dengan menggunakan *flow meter* bahan bakar dan *flow meter* udara hingga api dapat menyala di dalam *combustor*.
4. Tentukan *flame stabilization limit* dengan cara mengatur debit bahan bakar pada debit tertentu, kemudian naikan debit udara dengan cara menaikkan debit udara secara bertahap hingga api sudah mulai tidak stabil dalam *combustor*.
5. Catat debit bahan bakar dan udara tepat saat api masih stabil sebelum mulai menjauh atau mati di dalam *combustor* untuk mengetahui nilai *lower limit*.
6. Atur debit bahan bakar pada debit tertentu, kemudian kurangi debit udara secara

bertahap hingga api sudah mulai tidak stabil dalam *combustor*.

7. Catat debit bahan bakar dan udara tepat saat api masih stabil sebelum mulai menjauh atau mati di dalam *combustor* untuk mengetahui nilai *upper limit*.
8. Ulangi langkah no 4-7 untuk debit bahan bakar yang berbeda-beda, dari nilai terkecil hingga terbesar dimana api dapat menyala dengan stabil di dalam *meso-scale combustor*.
9. Setelah data *flame stabilization limit* tersedia, tentukan nilai kecepatan reaktan dan rasio ekuivalen dimana akan dilakukan pengambilan data visualisasi nyala api, temperatur api, temperatur gas hasil pembakaran dan temperatur dinding *combustor*. Pengambilan data tersebut diatas dilakukan pada kecepatan reaktan = 25 cm/s, 35 cm/s, 40 cm/s dengan rasio ekuivalen ( $\Phi$ ) = 0.83, 0.9 dan 1.
10. Letak titik pengambilan data temperatur api, temperatur gas hasil pembakaran dan temperatur dinding *combustor* dapat ditunjukkan pada Gambar 3.7.



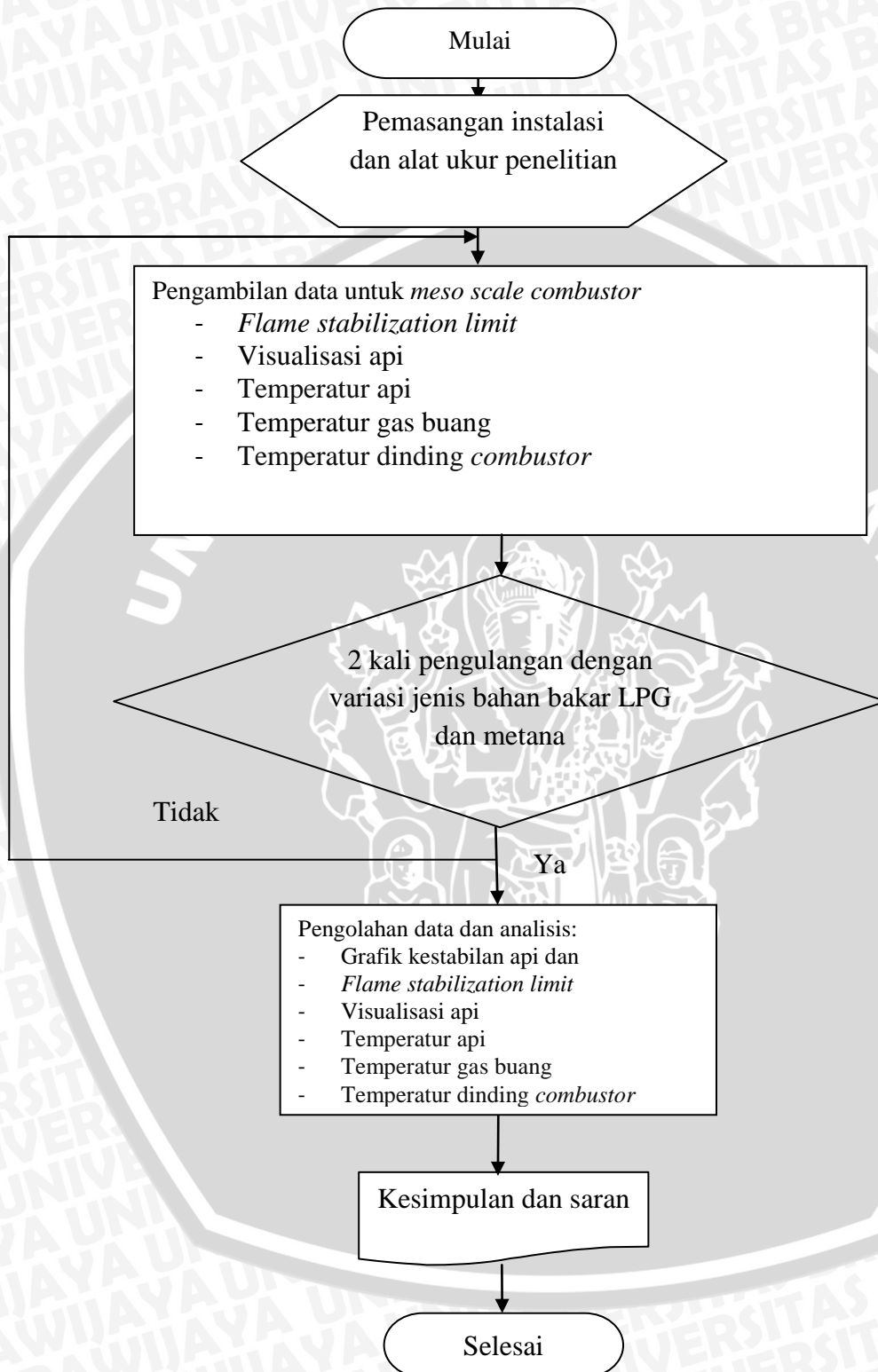
Gambar 3.7 Titik-titik pe *Flame holder mesh* *combustor*

Keterangan :

- = Titik pengukuran temperatur api
- = Titik pengukuran temperatur gas hasil pembakaran
- = Titik pengukuran temperatur dinding *combustor*

### 3.6 Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian kali ini dapat dilihat pada gambar 3.8 berikut:



Gambar 3.8 Diagram alir penelitian