

### BAB III METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yang langsung digunakan ke objek yang diteliti. Dari hasil penelitian didapatkan data-data yang kemudian di olah dalam suatu diagram sehingga membentuk suatu pola kecenderungan tertentu yang nantinya dapat dibandingkan dan diambil suatu kesimpulan tentang objek yang diteliti.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan pada bulan 21 Oktober 2012 sampai dengan 28 Desember 2012, bertempat di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

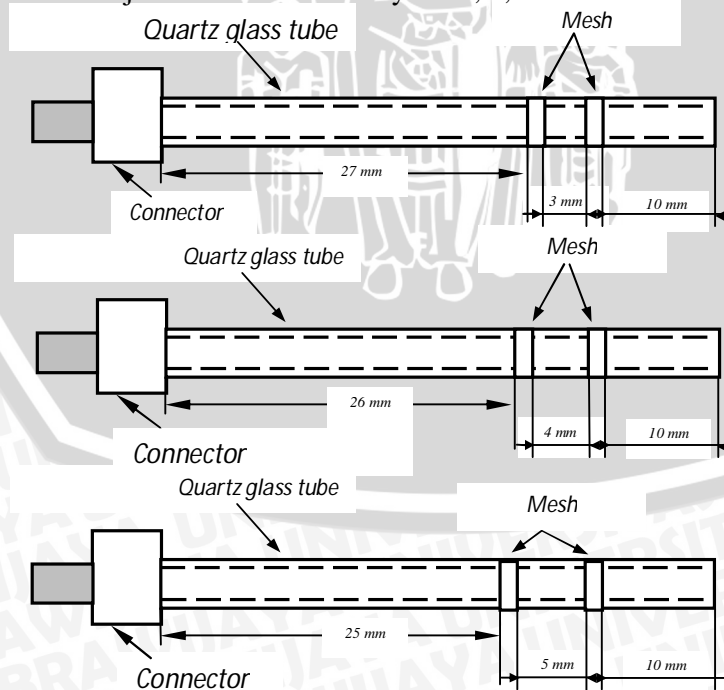
#### 3.3 Variabel Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

1. Variabel bebas (*independent variable*)

Adapun yang merupakan variabel bebas dalam penelitian ini antara lain:

- a. jarak antar *wire mesh* yaitu 3, 4, 5 mm.



Gambar 3.1 Meso-scale combustor dengan variasi jarak antar *wire mesh*

- b. Debit bahan bakar dan udara.
2. Variabel terikat (*dependent variable*)
  - a. Visualisasi nyala api.
  - b. Batas kestabilan api dan *flammability limit*.
3. Variabel terkontrol

Parameter yang dijaga tetap selama pengujian adalah jumlah *wire mesh* pada masing-masing *combustor* sebanyak 2 *mesh*.

### 3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah :

1. *Meso scale-combustor*

*Meso scale-combustor* terbuat dari material *quartz glass tube* (yang tahan temperatur tinggi) dengan ukuran diameter dalam 4 mm. Instalasi *combustor* tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1.

2. *Wire mesh*

*Wire mesh* mempunyai fungsi sebagai *flame holder* dan meningkatkan *heat recirculation* ke reaktan yang belum terbakar. *Wire mesh* terbuat dari *stainless steel* dengan spesifikasi 60 *mesh/inch*. Jarak *wire mesh* akan divariasikan dalam *meso-scale combustor* dengan jumlah tiap *combustor* sebanyak 2 *wire mesh*.



Gambar 3.2 *Wire mesh* pada *combustor*

### 3. Kompresor

Alat ini digunakan untuk mengkompresi udara (oksidator) dan mengalirkannya menuju *Y-mixer* untuk dicampur dengan bahan bakar, kemudian mengalir ke *meso-scale combustor*.



Gambar 3.3 Kompresor udara

### 4. *Combustor holder*

Digunakan sebagai penyangga *combustor*.

### 5. Bahan bakar + tangki bahan bakar

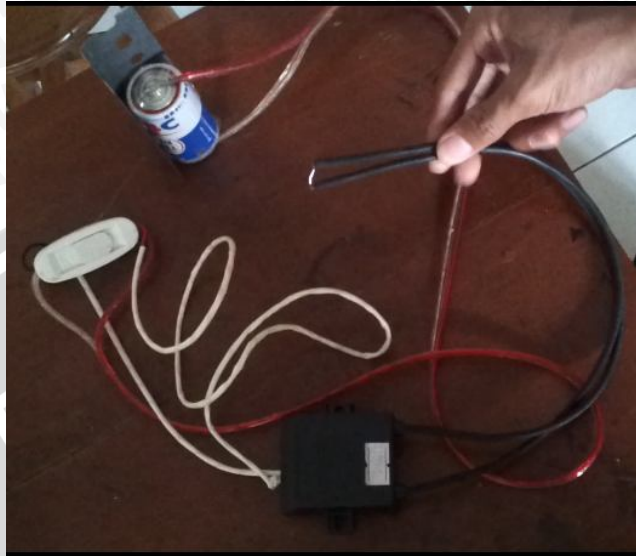
Digunakan bahan bakar LPG (*Liquid Petroleum Gas*).



Gambar 3.4 Tabung LPG

6. *Ignitor*

Alat ini digunakan menyalakan api dalam *combustor*.



Gambar 3.5 *Ignitor*

7. *Flow meter* LPG dan udara

*Flow meter* digunakan untuk mengukur debit aliran bahan bakar dan udara ke ruang bakar, dengan satuan mL/menit.



Gambar 3.6 *Flow meter* udara dan bahan bakar

8. *Pressure meter* LPG dan udara

Alat ini digunakan untuk mengukur dan mengatur tekanan LPG dan udara.



Gambar 3.7 *Pressure meter* LPG

9. Kamera

Alat ini digunakan untuk mengambil atau merekam gambar api hasil pembakaran yang terjadi sehingga dapat digunakan untuk analisa visual. Dengan data spesifikasi sebagai berikut:

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



Gambar 3.8 Kamera dan lensa makro

10. Komputer

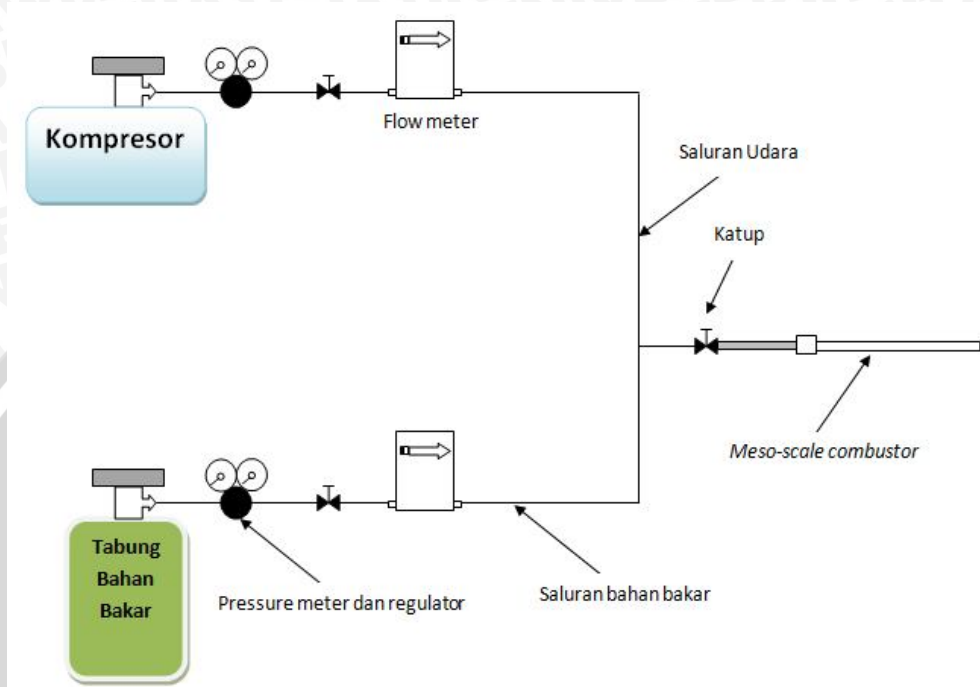
Komputer digunakan untuk mengolah, menyimpan dan menampilkan data hasil pengukuran dan pengambilan data.

11. *Flexible hoss*, katup dan klem.

Digunakan sebagai penghubung/penyambung sistem saluran bahan bakar dan udara dari tangki penyimpanan ke ruang bakar.

### 3.5 Skema Instalasi Penelitian

Instalasi alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada skema di bawah ini :



Gambar 3.9 Skema instalasi alat penelitian

### 3.6 Metode Pengambilan Data

Langkah - langkah yang dilakukan untuk pengambilan data karakteristik nyala api adalah sebagai berikut:

1. Pasang *meso-scale combustor* dengan jarak antar *wire mesh* 3 mm.
2. Alirkan bahan bakar dan udara menuju *combustor*, lalu nyalakan api dengan menggunakan pemantik. Cari dan catat pada campuran debit bahan bakar dan udara berapa api dapat menyala stabil didalam *combustor*. Hal tersebut dilakukan agar supaya apabila api padam, kita mempunyai patokan awal api dapat stabil didalam *combustor*.
3. Perlahan kecilkan debit bahan bakar dan udara hingga debit bahan bakar 8 ml/menit dan kecepatan udara di set sesuai dengan kondisi kaya bahan bakar.
4. Naikkan debit udara, lalu ambil foto tampak samping tiap kenaikan debit udara 10 mL/menit, naikkan terus hingga api padam.

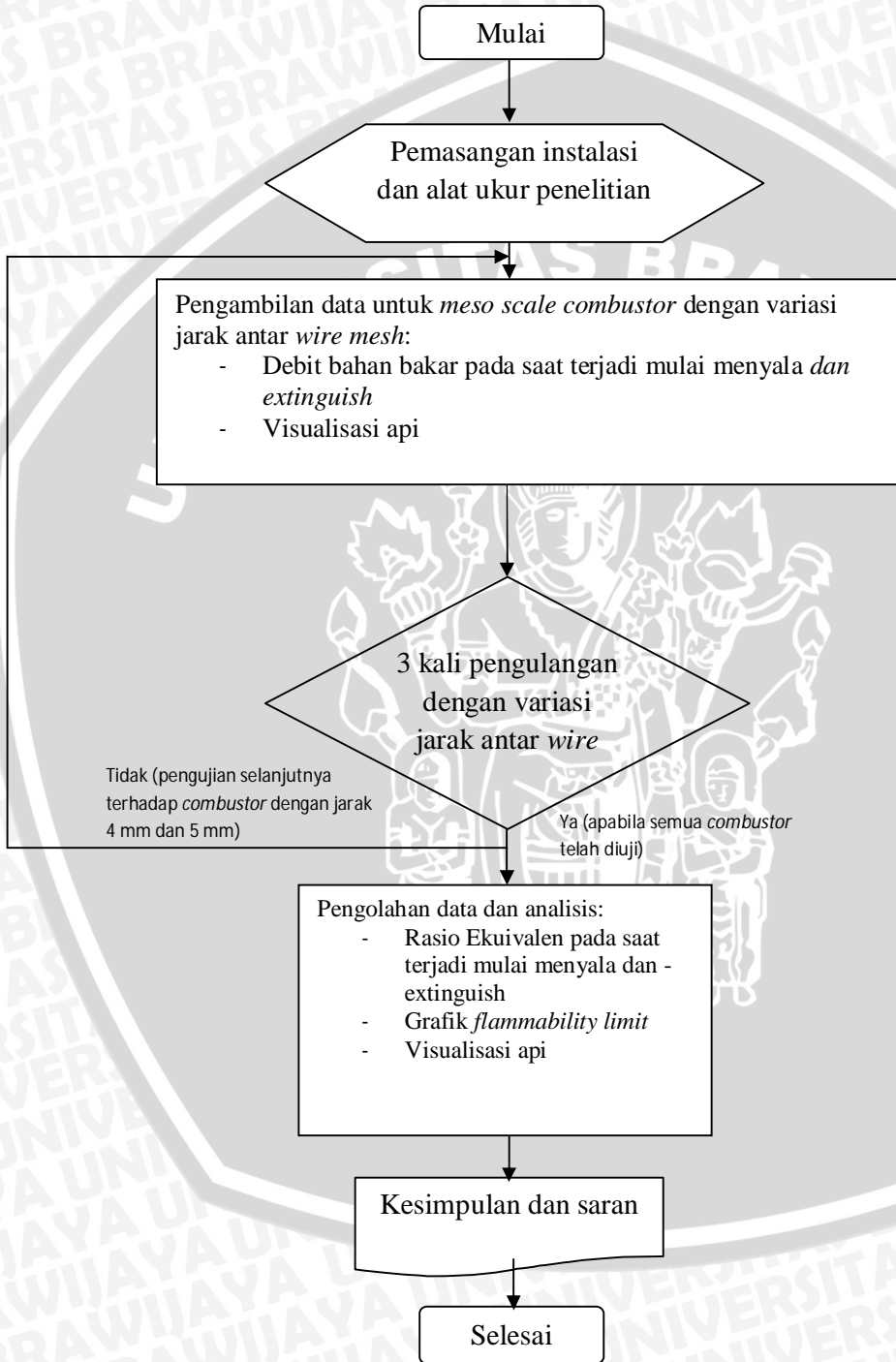
5. Setelah api padam, lalu lakukan langkah 2 dan 3 dan perlahan naikan debit bahan bakar dengan interval 2 mL/menit, dan lakukan langkah 4.
6. Hingga api tidak dapat menyala kembali pada debit bahan bakar maksimal, ulangi langkah diatas dengan mengambil foto tampak depan.
7. Ulangi langkah 1-6 untuk *meso-scale combustor* dengan variasi jarak antar *wire mesh* 4 mm dan 5 mm.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



### 3.7 Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian kali ini dapat dilihat pada gambar 3.12 berikut:



Gambar 3.10 Diagram alir penelitian



### 3.8 Rencana Pengambilan Data

Hasil rekaman proses pembakaran pada *meso-scale combustor* adalah berupa foto. Foto tersebut diolah nantinya sehingga didapatkan gambar api dan *combustor* tampak depan dan samping. Gambar tersebut, kemudian disusun berjajar sehingga akan tampak perbedaan api dalam *combustor*.

Awal pengambilan data pada *Meso-scale combustor* adalah dengan mengatur dan mengubah debit bahan bakar ( $Q_{bb}$ ) dan debit udara. Tabel pengambilan datanya adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Tabel pengambilan data *meso-scale combustor* dengan jarak *wire mesh* 3mm.

No	Debit bahan bakar ( $Q_{bb}$ ) mL/menit	Debit udara ( $Q_{udara}$ ) mL/menit	Keterangan
1	A	B	C
2	A	B	C
3	A	B	C
dst	dst	dst	dst

Pada kolom debit bahan bakar (A) dan seterusnya diisi bahan bakar mulai dari debit bahan bakar terkecil api dapat menyala stabil hingga api tidak dapat distabilkan lagi di dalam *combustor*. Sama seperti pada kolom bahan bakar, pada kolom debit udara (B) dan seterusnya diisi debit udara dengan interval kenaikan debit udara 10 mL/menit. Pada kolom (C) di isi keterangan apakah api mengalami *blow off* atau *extinguish*.

### 3.9 Rencana Pengolahan Data

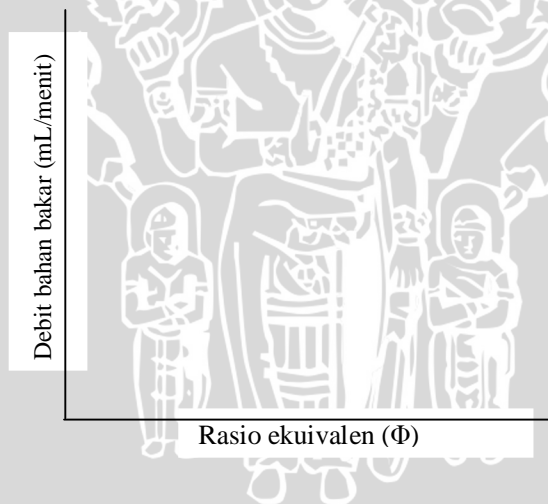
Setelah pengambilan data pada tabel 3.1 dilakukan, maka didapat data pada debit bahan bakar dan udara berapa saja api dapat mulai distabilkan didalam *combustor* dan api akan mengalami *extinguish*. Nantinya tiap campuran debit bahan bakar dan udara tersebut akan dihitung *AFR* aktualnya, dan selanjutnya menghitung rasio ekuivalen dengan menggunakan *AFR* stoikiometri ( $AFR_{stoic} = 25,9$ ) sebagai pembilang. (tabel 3.2).

Tabel 3.2 Tabel rasio ekuivalen pada saat mulai menyala dalam *combustor* dan *fire extinguish*.

No	Debit bahan bakar (mL/menit)	Debit udara (mL/menit)	AFR <sub>act</sub>	$\Phi$
1	A	B	D	E
2	A	B	D	E
3	A	B	D	E
dst	dst	dst	dst	dst

Pada kolom (A) dan kolom (B) tabel 3.2 diisi dengan hasil pengukuran bahan bakar dari tabel 3.1. Sedangkan pada kolom ke (D), diisi dengan cara membagi jumlah mol udara dibagi dengan jumlah mol bahan bakar. Sedangkan mencari rasio ekuivalen ( $\Phi$ ) pada kolom (E) dapat dihitung dengan membagi AFR stoikiometri (25,9) dengan AFR aktual, sehingga dapat dituangkan dalam grafik *flammability limit*.

Selanjutnya akan didapat grafik *flammability limit* pada masing-masing *combustor* dengan data debit bahan bakar dan rasio ekuivalen.



Gambar 3.11 Diagram kestabilan api dan *flammability limit* pada pembakaran dalam *meso-scale combustor*

Pada grafik diatas nantinya akan didapat grafik *lower limit* dan *upper limit* pada tiap *combustor*, sehingga didapat perbedaan luas pada daerah *flammability limit*-nya,