

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental (*experimental research*) dimana dilakukan pengamatan secara langsung pada objek yang diteliti. Data *flame stability limit*, visualisasi nyala api, dan temperatur nyala api dan gas sisa hasil pembakaran yang diperoleh nantinya diolah dan dibandingkan hasilnya dengan hipotesa.

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Proses penelitian dilakukan sejak bulan September sampai dengan November bertempat di Laboratorium Mesin - Mesin Fluida Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel - variabel yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi 3 jenis yaitu variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol.

1. Variabel bebas (*Independent variable*)

Pada penelitian ini variabel yang divariasikan sebagai variabel bebas adalah

:

- Jenis Oksidator :
 1. Udara
 2. Udara 75 % - Oksigen 25 %
 3. Udara 50 % - Oksigen 50%
- Debit Oksigen (Q_b)
- Debit udara (Q_a)
- Debit bahan bakar (Q_f)

2. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat merupakan variabel yang nilainya tergantung pada variasi variabel bebas, pada penelitian ini yang berperan sebagai variabel terikat antara lain :

- Batas stabilitas nyala api (*flame stability limit*)

- Visualisas nyala api
- Temperatur nyala api dan gas sisa hasil pembakaran

3. Variabel kontrol (*control variable*)

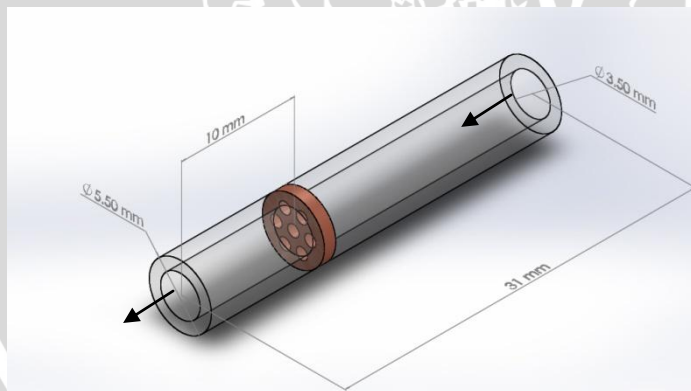
Variabel kontrol merupakan variabel yang nilainya dijaga konstan selama proses penelitian. Berikut adalah variabel kontrol yang nilainya dijaga tetap selama proses penelitian:

- Material *flame holder* menggunakan tembaga dengan tebal 1 mm.
- *Flame holder* berdiameter 5,5 mm dan lubang sebanyak 7 buah
- Material *meso-scale combustor* menggunakan *quartz glass tube* dengan diameter dalam sebesar 3,5 mm dan diameter luar sebesar 5.5 mm.

3.3 Peralatan Penelitian

1. *Meso-scale combustor*

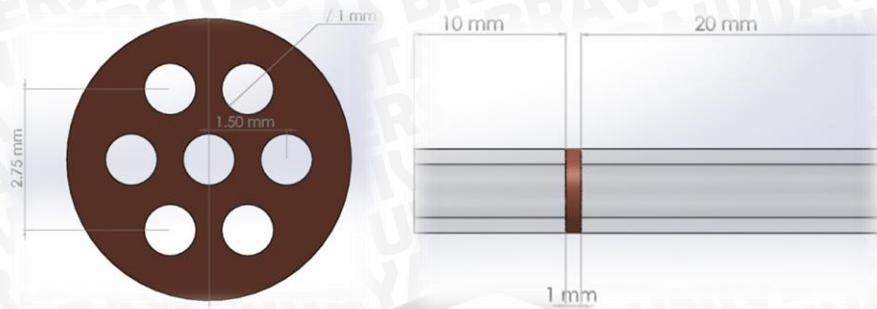
Meso-scale combustor merupakan alat utama yang digunakan pada penelitian ini, pada *meso-scale combustor* terjadi proses pembakaran dan api yang diamati. Desain dan konfigurasi *meso-scale combustor* dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Desain *meso-scale combustor*

2. *Flame Holder*

Flame holder berfungsi meningkatkan *heat recirculation* ke reaktan yang belum terbakar. *Flame Holder* tersebut terbuat dari tembaga dengan tebal 1 mm dengan spesifikasi sebagai berikut.



Gambar 3.2 *Flame holder*

3. Lem keramik

Lem keramik berfungsi sebagai penyambung antara *quartz glass tube* dan pada *meso-scale combustor*, selain itu lem keramik juga berfungsi sebagai insulasi untuk meminimalisir *heat loss* dari dinding *combustor* ke lingkungan.



Gambar 3.3 Lem keramik

4. LPG

LPG (Liquified Petroleum Gas) Berfungsi sebagai bahan bakar *combustor*, Kandungan utama dari *LPG* adalah propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) dengan rasio perbandingan (50: 50).

5. Ignitor

Berfungsi sebagai pemberi energi aktivasi pembakaran pada *meso-scale combustor*. Energi aktivasi pembakaran untuk pembakaran diberikan menggunakan *ignitor* elektrik.

6. Combustor holder

Digunakan sebagai penyangga *meso-scale combustor*.



Gambar 3.4 *Combustor holder*

7. Kompresor

Kompresor merupakan penyuplai udara pembakaran (*oxidizer*) pada *meso-scale combustor*, udara yang digunakan adalah udara bebas (*ambient air*).

8. Flowmeter

Digunakan untuk mengukur debit bahan bakar (*LPG*) serta debit oksidator yang masuk pada *meso-scale combustor*.



Gambar 3.5 *Flow meter*

Spesifikasi:

Flow meter udara

- Merk : Kofloc
- Series : RK-1250
- Jenis : *Flow meter* udara
- Tekanan kerja : 0,1 Mpa
- *Maximum flow* : 500 ml/min
- *Minimum flow* : 50 ml/min
- Skala terkecil : 5 ml/min

Flowmeter bahan bakar

- Merk : Kofloc
- Series : RK-1250
- Jenis : *Flow meter* propana (C₃H₈)
- Tekanan kerja : 0,1 Mpa
- *Maximum flow* : 20 ml/min
- *Minimum flow* : 2 ml/min
- Skala terkecil : 0,5 ml/min

9. Regulator LPG

Digunakan untuk mengalirkan bahan bakar keluar dari tabung LPG.

10. Kamera

Digunakan untuk mengambil gambar visualisasi nyala api pada *meso-scale combustor*.

11. Thermocouple

Digunakan untuk sensor pengukur temperatur nyala api pada *meso-scale combustor*.

12. Data Logger

Digunakan untuk menerima data temperatur nyala api pada *meso-scale combustor*.

13. Laptop

Digunakan untuk menerima dan mengolah data temperatur nyala api dari *data logger*.

14. Pisco tube

Pisco tube berfungsi sebagai saluran pengalir udara dan bahan bakar.

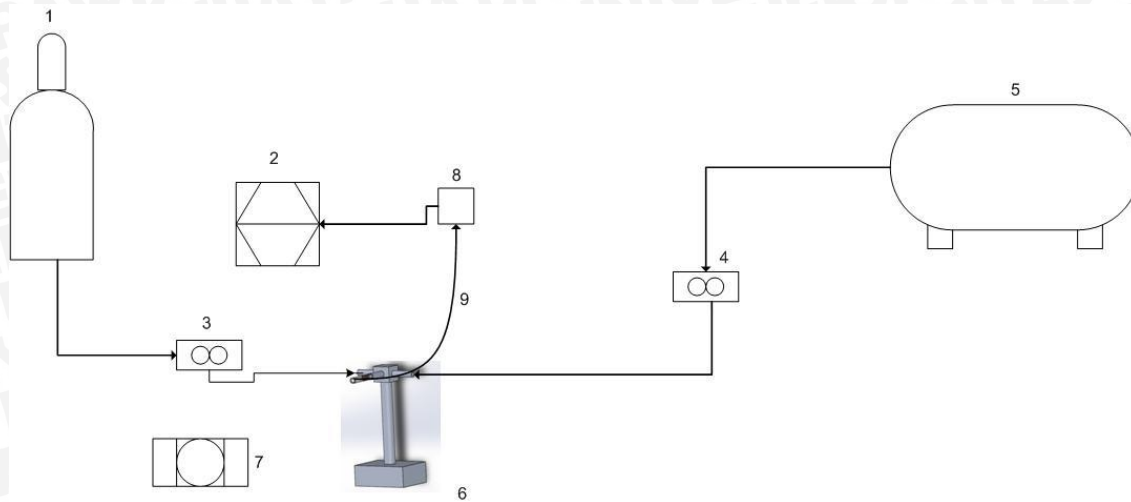
15. Tabung Oksigen dan regulator

Digunakan untuk media penyimpanan oksigen yang akan digunakan pada penelitian dan regulator untuk mengalirkan oksigen keluar dari tabung menuju *flowmeter*.

3.4 Skema Instalasi Penelitian

Rangkaian peralatan penelitian dapat digambarkan dalam skema seperti Gambar

3.8 dibawah ini



Gambar 3.6 Skema instalasi alat penelitian

Keterangan :

- | | |
|---------------------------------|----------------------------|
| 1. Tabung LPG | 6. <i>Combustor holder</i> |
| 2. <i>Laptop</i> | 7. Kamera |
| 3. <i>Flowmeter</i> bahan bakar | 8. <i>Data Logger</i> |
| 4. <i>Flowmeter</i> oksidator | 9. <i>Thermocouple</i> |
| 5. Tangki oksidator | |

Dari skema diatas ditunjukkan rangkaian peralatan yang digunakan pada penelitian ini. Bahan bakar *meso-scale combustor* menggunakan LPG dialirkan ke *combustor* menggunakan *regulator LPG* yang dihubungkan dengan *flowmeter* bahan bakar. Sedangkan udara sebagai oksidator disuplai ke *combustor* melalui kompresor saat penelitian pembakaran menggunakan udara. Untuk penggunaan oksidator oksigen, oksigen disuplai dari tabung oksigen menggunakan regulator yang dihubungkan ke *flowmeter* udara kemudian disambung dengan *Y connector* yang telah dihubungkan dengan selang oksidator udara kemudian disambungkan ke *combustor holder*.

Pengambilan data temperatur nyala api menggunakan rangkaian *thermocouple*, rangkaian tersebut terdiri dari *thermocouple*, *data logger* dan *laptop*. *Data logger*

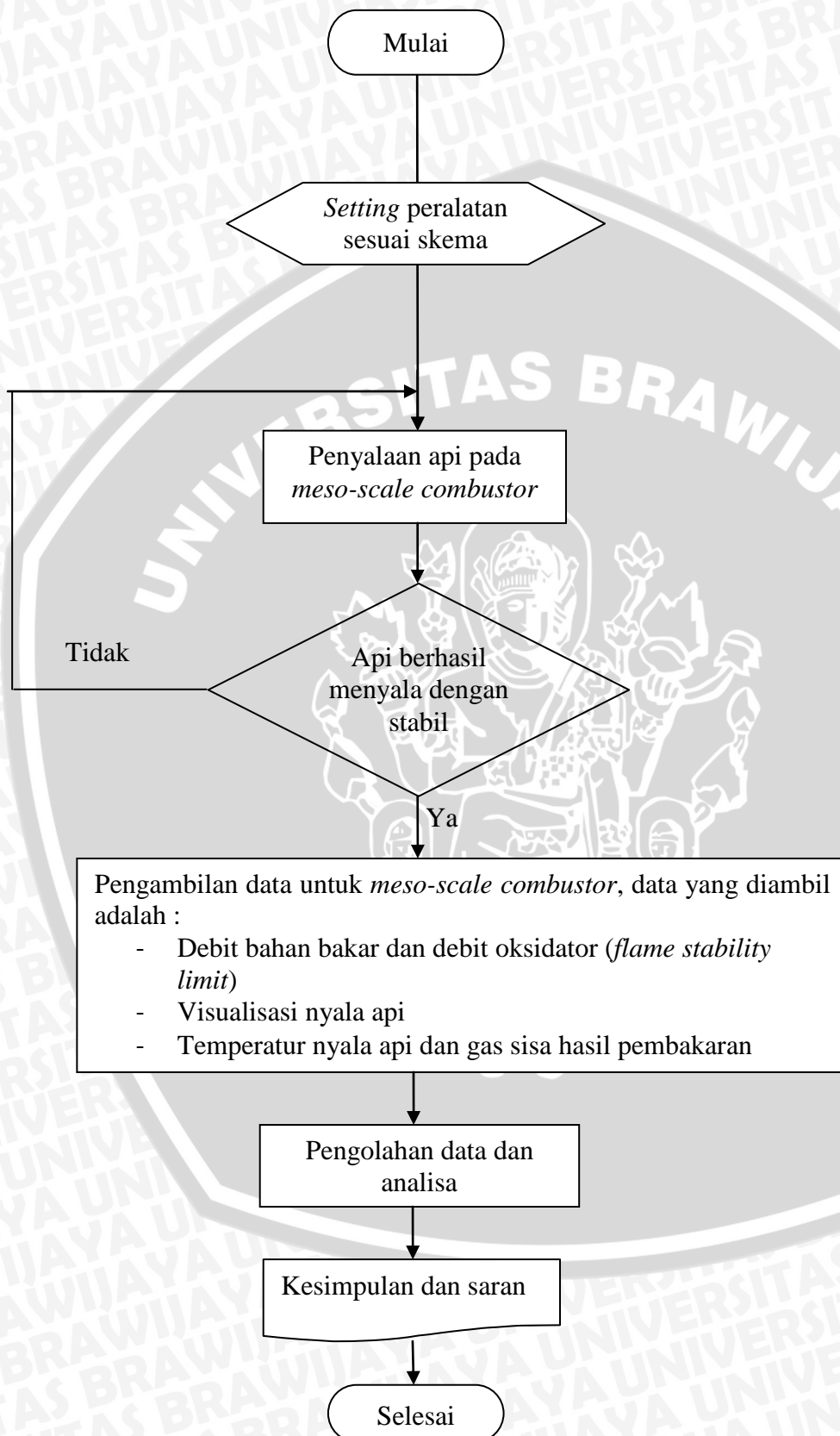
berfungsi untuk mengolah data mentah temperatur yang terbaca oleh *thermocouple* agar dapat ditampilkan pada layar laptop. Kamera pada skema tersebut berfungsi sebagai pengambil gambar visualisasi bentuk nyala api.

3.5 Metode Pengambilan Data

Urutan langkah - langkah untuk pengambilan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan *meso-scale combustor* dan memasangnya pada *combustor holder*
2. Mengkalibrasi *flowmeter* yang akan digunakan
3. Melakukan *setting* peralatan sesuai dengan skema pada Gambar 3.6
4. Membuka katup pada regulator LPG dan katup pada kompresor dengan pengaturan tekanan keluar kompresor sebesar 2 bar pada penggunaan oksidator udara, dan katup pada regulator tangki oksigen dengan pengaturan tekanan keluar 2 bar.
5. Mengatur debit oksidator yang memasuki *meso-scale combustor* dengan memperhatikan *flow meter* yang digunakan untuk oksidator.
6. Mengatur debit bahan bakar LPG dengan memperhatikan *flow meter* bahan bakar.
7. Menyalakan api dalam *combustor* menggunakan pemantik (*ignitor*).
8. Menyalakan api dengan cara mendekatkan *ignitor* ke depan mulut *meso-scale combustor*.
9. Untuk pengambilan data *flame stability limit* diamati apakah api bisa menyala stabil lebih dari 3 menit atau tidak.
10. Catat nilai - nilai debit udara dan bahan bakar ketika api pada *meso-scale combustor* mampu menyala dengan stabil serta tetap menempel pada *mesh* selama 3 menit atau lebih.
11. Untuk pengambilan gambar visualisasi bentuk nyala api dilakukan dengan menggunakan kamera berlensa makro. Sudut pengambilan gambar diambil dari depan mulut *combustor*.
12. Untuk pengambilan data temperatur nyala api masukan *thermocouple* ke dalam *meso-scale combustor* dan baca data yang ditampilkan pada laptop.

3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.7 Diagram alir penelitian

