

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental nyata (*true experimental research*) dengan dilakukan pengamatan langsung pada objek yang diteliti. Dari hasil penelitian didapatkan data-data yang kemudian diplot dalam suatu grafik sehingga membentuk suatu pola kecenderungan tertentu yang nantinya dapat dibandingkan dan diambil suatu kesimpulan tentang objek yang diteliti.

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Proses penelitian dilakukan sejak bulan Februari 2016 sampai April 2016, bertempat di Laboratorium Mesin-mesin Fluida Jurusan 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. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Bahan bakar adalah *liquified petroleum gas* (LPG, dengan komposisi 50% propana dan 50% butana), butana dan metana
- Debit bahan bakar (Q_f)
- Debit udara (Q_a)

2. Variabel terikat (*dependent variable*)

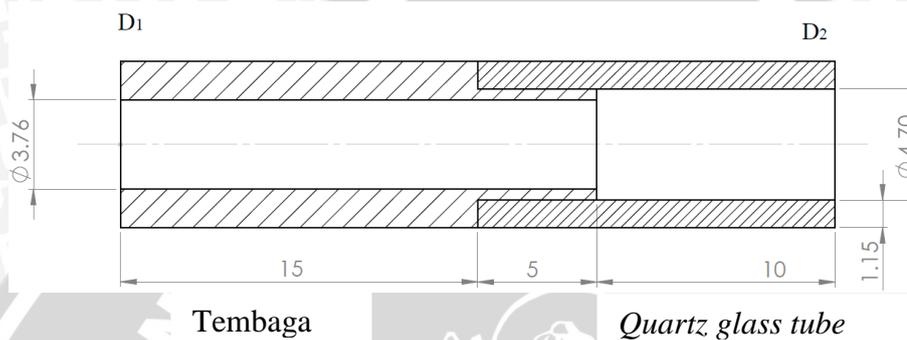
Variabel terikat merupakan variabel yang nilainya tergantung pada variasi variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah melakukan penelitian. Pada penelitian ini yang berperan sebagai variabel terikat antara lain:

- Batas stabilitas nyala api (*flame stability limit*)
- Visualisasi bentuk nyala api
- Temperatur nyala api
- Temperatur gas buang

3. Variabel terkontrol (*control variable*)

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

- Diameter *combustor*, nilai D_1/D_2 0,7 dengan D_2 4,7 mm.
- Material dari *meso-scale combustor* menggunakan tembaga dan *quartz glass tube*



Gambar 3.1 Desain *meso-scale combustor* dengan *backward facing step*

3.3 Peralatan Penelitian

1. *Meso-scale combustor* dengan *backward facing step*

Meso-scale combustor merupakan alat utama yang digunakan pada penelitian ini. Material yang digunakan adalah tembaga pada sisi *inlet* dan kaca pada sisi *outlet*. *Meso-scale combustor* yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.

2. Butana

Butana digunakan sebagai bahan bakar *combustor*.



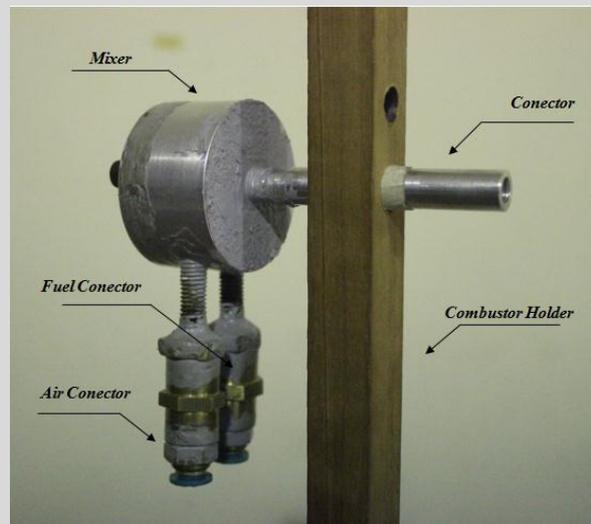
Gambar 3.2 Butana

3. LPG

Liquefied petroleum gas (LPG) berfungsi sebagai bahan bakar *combustor*, Kandungan utama dari *LPG* adalah propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) dengan rasio komposisi (50 : 50).

4. *Combustor holder* dan *mixer*

Combustor holder digunakan sebagai penyangga *meso-scale combustor*. *Mixer* digunakan sebagai tempat bercampurnya udara dan bahan bakar. Bahan bakar yang telah bercampur akan dialirkan ke *combustor* melalui *combustor holder*.



Gambar 3.3 *Combustor holder*

5. Kompresor

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

Spesifikasi alat:

- Model	:	10KD
- Daya	:	1 HP
- Arus	:	7.5 A
- No Seri	:	121105802
- Tegangan	:	220 V
- Frekuensi	:	50 Hz
- Merk	:	WIPRO

- Putaran : 2850 rpm
- Kapasitas tangki : 24 L
- Tekanan : 0.8 Mpa
- Berat : 22 Kg



Gambar 3.4 Kompresor

6. Flowmeter

Digunakan untuk mengukur debit bahan bakar (butana) dan debit udara yang masuk pada *meso-scale combustor*.



Gambar 3.5 Flowmeter

Spesifikasi *Flowmeter* udara

Merk : Kofloc

Series	: RK-1250
Jenis	: <i>Flowmeter</i> udara
Tekanan kerja	: 0,1 Mpa
<i>Maximum flow</i>	: 500 ml/min
<i>Minimum flow</i>	: 50 ml/min
Skala terkecil	: 5 ml/min
<i>Flowmeter</i> bahan bakar	
Merk	: Kofloc
Series	: RK-1250
Jenis	: <i>Flowmeter</i> propana (C ₃ H ₈)
Tekanan kerja	: 0,1 Mpa
<i>Maximum flow</i>	: 20 ml/min
<i>Minimum flow</i>	: 2 ml/min
Skala terkecil	: 0,5 ml/min

7. Selang

berfungsi sebagai saluran pengalir udara dan bahan bakar.



Gambar 3.6 Selang

8. Regulator Butana

Digunakan untuk mengalirkan bahan bakar keluar dari tabung butana.



Gambar 3.7 Regulator butana

10. Regulator LPG

Digunakan untuk mengalirkan bahan bakar keluar dari tabung LPG.



Gambar 3.8 Regulator LPG

11. Pemantik (ignitor)

Sebagai sumber energi aktivasi awal



Gambar 3.9 Pemantik (ignitor)

11. *Thermocouple*

Thermocouple adalah sensor yang digunakan untuk mengukur temperatur nyala api dan temperatur gas hasil pembakaran pada *meso-scale combustor* dengan spesifikasi.

Tipe : k
Material : Ni-Al alloy
Range temperatur : -200°C sampai +1200°C

12. *Data logger*

Alat ini digunakan untuk menerima data temperatur nyala api pada *meso-scale combustor* yang kemudian diteruskan ke komputer. *Data logger* yang digunakan dalam penelitian ini adalah

Merk : Advantech
Jumlah channel : 16
Jenis port : USB 2.0

13. Laptop

Sebagai pengolah data hasil penelitian. Selain itu juga untuk menyimpan data temperatur nyala api dari *data logger*.

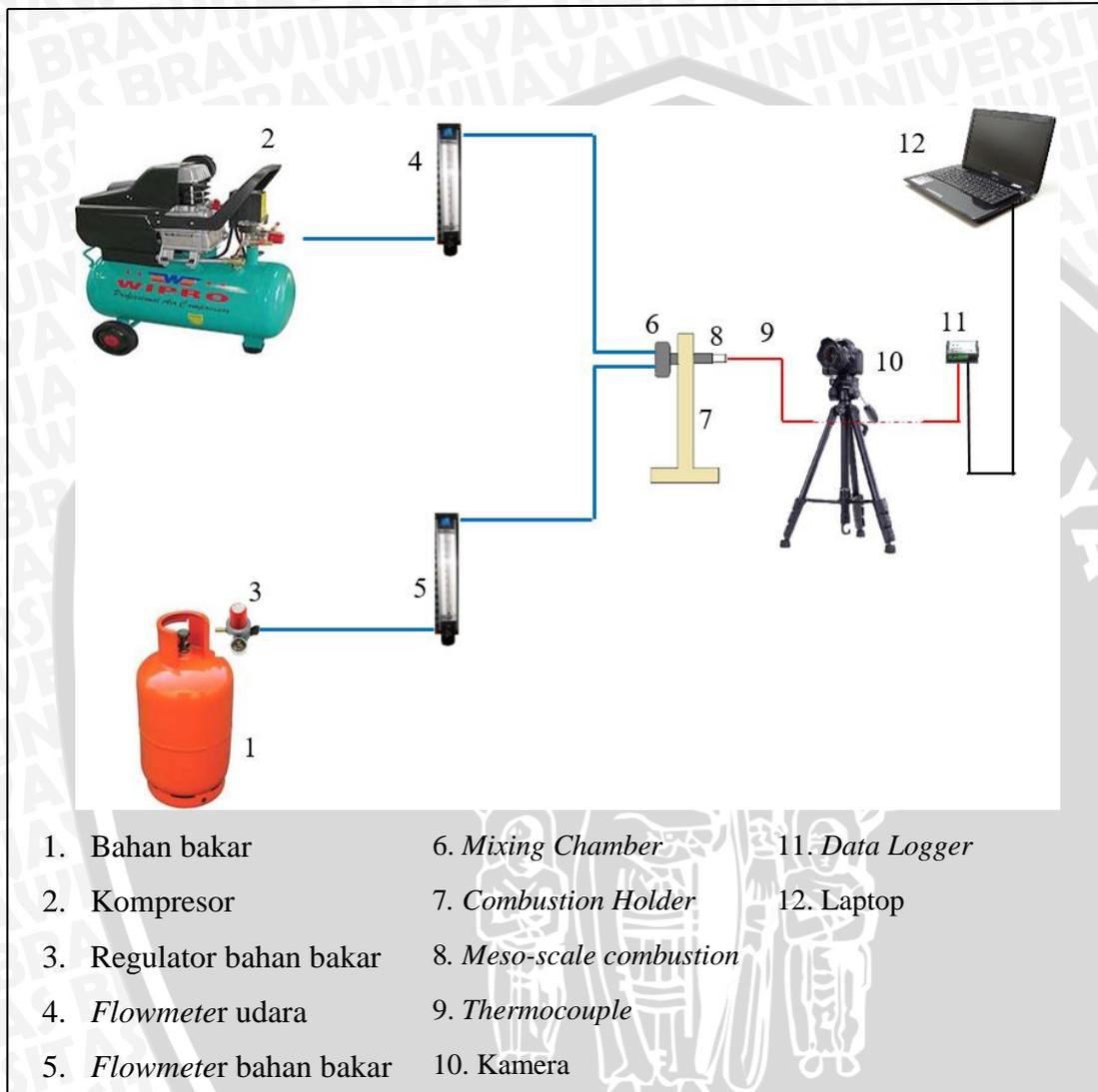
14. Kamera

Sebagai visualisasi bentuk dan nyala api. Kamera yang digunakan dalam penelitian ini adalah CANON 600D.

3.4 Skema Instalasi Penelitian

Rangkaian peralatan penelitian dapat digambarkan dalam skema seperti Gambar

3.10 berikut :



Gambar 3.10 Skema instalasi alat penelitian

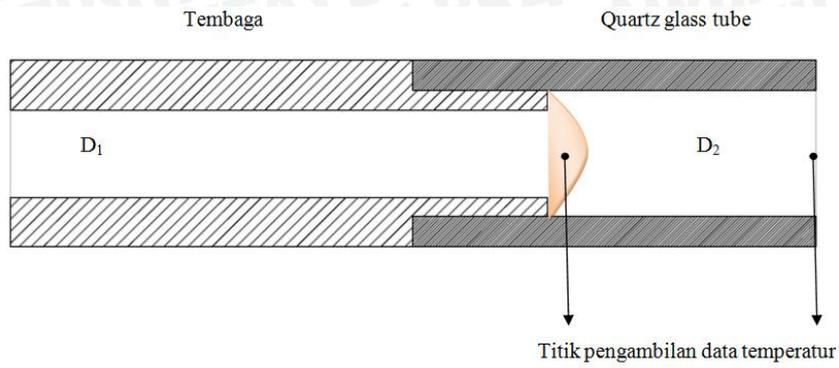
Dari gambar skema instalasi 3.10 ditunjukkan rangkaian alat penelitian *meso-scale combustor*, dimana udara dari atmosfer sebagai pengoksidasi disuplai menggunakan kompresor. Untuk mengukur debit udara dan bahan bakar sebelum masuk ke *mixer*, bahan bakar dan udara masuk ke dalam *flowmeter*. Pencampuran udara dan bahan bakar terjadi pada *mixer*. Untuk pengambilan data temperatur nyala api pada *meso-scale combustor* 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. Dan kamera berfungsi sebagai pengambilan gambar visualisasi bentuk nyala api.

3.5 Metode Pengambilan Data

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

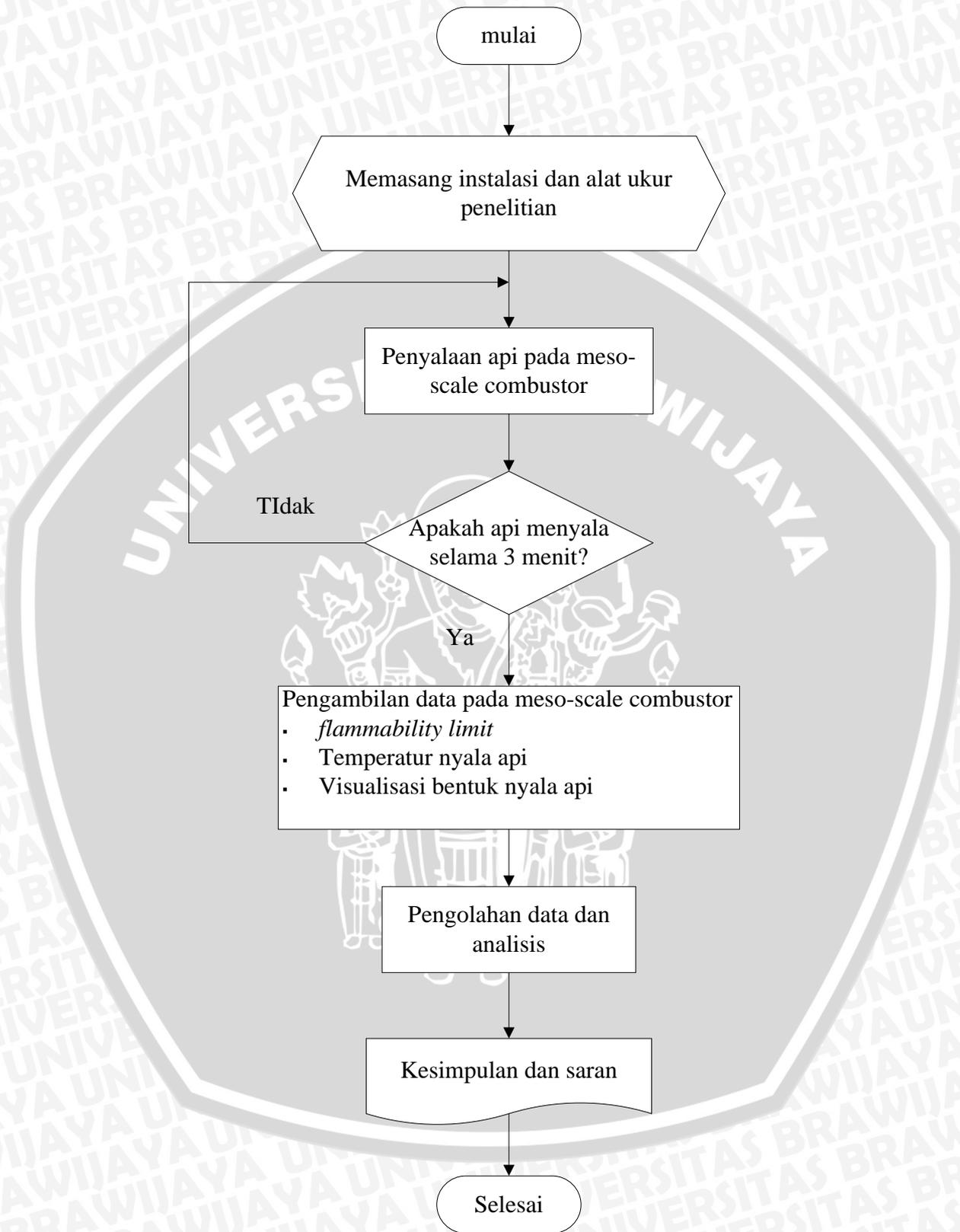
1. Menyiapkan *meso-scale combustor* dan memastikan tidak ada cacat maupun kerusakan pada *meso-scale combustor*.
2. Mengkalibrasi *flowmeter* bahan bakar yang akan digunakan.
3. Melakukan *setting* peralatan sesuai dengan skema alat pada Gambar 3.10
4. Penelitian ini dimulai dengan pengambilan data *flame stability limit*
5. Mengatur debit bahan bakar dan udara yang memasuki *combustor*.
6. Menyalakan api pada *combustor* dengan pemantik yang diposisikan pada *exit combustor*.
7. Debit bahan bakar dijaga konstan, kemudian debit udara divariasikan sampai menemukan debit udara minimum dan maksimum.
8. Pengambilan data dilakukan pada campuran debit bahan bakar dan udara dimana api dapat menyala stabil selama 3 menit atau lebih.
9. Pengambilan data visualisasi bentuk nyala api dan temperatur nyala api dilakukan dengan parameter penentuan titik dimana masih berada dalam daerah *flame stability limit*.
10. Pengambilan data visualisasi bentuk nyala api dan temperature nyala api, terdapat 2 variasi yaitu pada *rasio ekuivalen* konstan dengan variasi kecepatan reaktan dan kecepatan reaktan konstan dengan variasi *rasio ekuivalen*.
11. Pengambilan data visualisasi bentuk nyala api dilakukan dengan jarak ± 20 cm dari depan *exit combustor* dan dari sisi tampak samping combustor dengan menggunakan kamera CANON 600D.
12. Pengambilan data temperature nyala api dilakukan dengan *thermocouple* yang terhubung dengan data *logger* dan laptop. *Thermocouple* yang digunakan adalah tipe K.
13. Pengambilan data temperature nyala api pada *meso-scale combustor* diambil pada nyala api dan pada gas *exit combustor*.
14. Posisi pengambilan temperature ditunjukkan seperti pada gambar 3.11



Gambar 3.11 Titik pengambilan data temperatur



3.6 Diagram Alir penelitian



Gambar 3.12 Diagram alir penelitian

