

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian eksperimental (*experimental research*). Jenis penelitian ini digunakan untuk menguji pengaruh dari suatu perlakuan atau desain baru terhadap suatu proses atau peristiwa. Dengan cara ini akan dibandingkan pembakaran menggunakan *bunsen burner*.

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2017 sampai November 2017.

### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel adalah suatu besaran yang dapat diubah atau berubah sehingga dapat mempengaruhi peristiwa atau hasil penelitian. Dengan penggunaan variabel, kita dapat dengan mudah memperoleh dan memahami permasalahan. Variabel–variabel yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.

Ada dua buah variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

#### **1. Variabel Bebas**

Variabel bebas adalah variabel variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti sebelum melakukan penelitian. penelitian ini variabel bebasnya adalah:

- Nilai *Equivalence Ratio* antara campuran udara dan gas LPG sebesar 0,91; 0,97; 1,03; 1,08; 1,23 dan 1,41
- Uap air (H<sub>2</sub>O) yang akan ditambahkan kedalam campuran reaktan 10%; 15%; 17,5%; 20%; 22,5%; 25% dan 30%. Kenaikan kadar uap air mengacu pada variasi yang dapat digunakan pada *flow meter*

#### **2. Variabel Terkontrol**

Variabel terkontrol adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti, dan nilainya dikondisikan konstan. Debit aliran bahan bakar yang masuk ke dalam *burner* yaitu 0.103 NL/min.

### 3. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel hasil yang besarnya tidak dapat ditentukan oleh peneliti, nilai dari variabel ini tergantung pada nilai variabel bebasnya. Variabel terikat yang diamati dalam penelitian ini adalah dimensi api, kecepatan api laminar dan temperatur api.

### 3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat –alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

#### 1. *Bunsen Burner*

*Bunsen burner* dibuat dari material kuningan dengan diameter dalam 10 mm, diameter luar 14 mm dan panjang 140 mm, dimana sebuah *bunsen burner* panjangnya harus 10 kali diameter untuk pembakaran. Untuk skema *bunsen burner* dapat dilihat pada skema Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema *Bunsen Burner*

#### 2. *Kompresor*

*Kompresor* digunakan untuk mensuplai udara pembakaran. Dengan spesifikasi sebagai berikut.

- a. Model : JZUE-5114
- b. Ukuran : Panjang 320 mm lebar 740 mm Tinggi 580 mm
- c. Motor : 0,75 HP
- d. Press : 6 kg/cm<sup>2</sup>
- e. Putaran : 590 rpm



Gambar 3.2 Kompresor udara

### 3. Thermocouple Eletronic type K

Thermocouple tipe K digunakan untuk mengukur distribusi temperatur pada api pembakaran.

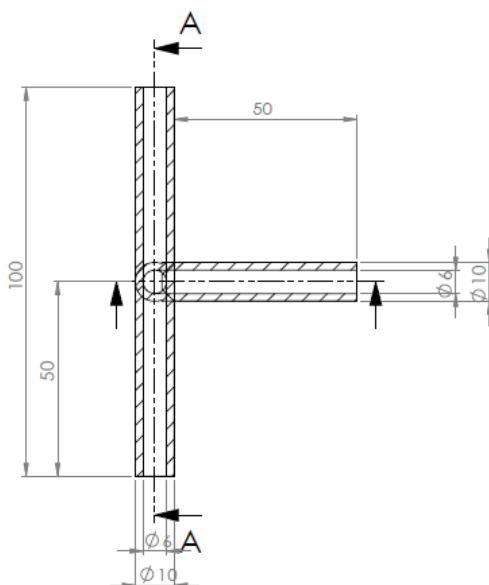
- a. Material : Fe dan Cu-Ni
- b. Temperatur kerja : 210°C – 1200°C



Gambar 3.3 Thermocouple Eletronic type K

### 4. Mixing Chamber

Digunakan untuk mencampur udara dan bahan bakar sebelum memasuki *burner*, *mixing chamber* memiliki diameter luar 10 mm dan diameter dalam 6 mm.



Gambar 3.4 Skema Mixing Chamber

5. *Higrometer* kabel

Digunakan sebagai penghitung kelembaban pada selang yang dihasilkan oleh uap air yang masuk.

## 6. Selang saluran udara dan bahan bakar

Pipa saluran udara primer dan bahan bakar ini digunakan untuk saluran udara dan bahan bakar dengan diameter selang sebesar 0,5 cm, selain itu juga digunakan untuk menghubungkan *mixing chamber* ke *slot burner* atau *Bunsen burner*.

## 7. Kamera DSLR

Digunakan untuk mengambil nyal api, baik gambar nyala api tanpa *swirling vanes* maupun dengan *swirling vanes*. Kamera DSLR yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut.

- a. *Merk* : *Canon*
- b. *Model* : 550 D
- c. *Resolution* : 18 *Mega Pixels*
- d. *File Formats* : PNG



Gambar 3.5 Kamera DSLR

8. *Tripod*

*Tripod* digunakan untuk tempat kamera ketika proses pengambilan gambar agar gambar yang dihasilkan oleh kamera tajam dan juga sebagai alat untuk menjaga jarak anatar kamera dengan objek tidak berpinda-pindah.



Gambar 3.6 Tripod

9. Komputer Laptop

Digunakan untuk mengolah data hasil visualisasi dari kamera. Laptop yang digunakan Acer E-5 475G.



Gamabr 3.7 Komputer Laptop

10. Flowmeter

Digunakan ntuk mengukur besar kecepatan aliran bahan bakar dan udara.

Merk : Wiebrock

Range : 0,1 sampai 1,5 L/menit



Gambar 3.8 Flowmeter

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Gas LPG

Gas yang digunakan LPG 3kg

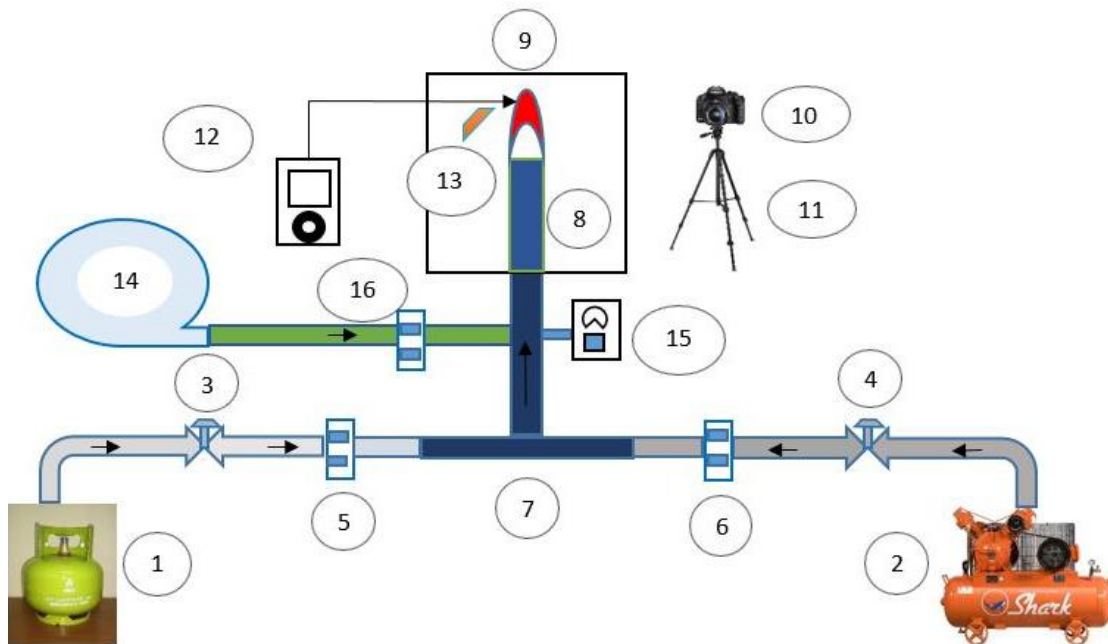


*Gambar 3.9* Tabung gas yang digunakan LPG 3kg

2. Uap air (H<sub>2</sub>O)

Uap air digunakan sebagai bahan penelitian ekperimental dengan anggapan uap air adalah murni.

### 3.5 Instalasi Penelitian



Gambar 3.10 Skema instalasi penelitian

Keterangan:

- |                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1. Tabung Bahan bakar           | 9. Kotak Hitam               |
| 2. Kompresor Udara              | 10. Kamera                   |
| 3. Katup Bahan Bakar            | 11. Tripod                   |
| 4. Katup Udara                  | 12. <i>Thermocouple</i>      |
| 5. <i>Flowmeter</i> Bahan Bakar | 13. Pemantik                 |
| 6. <i>Flowmeter</i> Udara       | 14. Uap air                  |
| 7. <i>Mixing Chamber</i>        | 15. <i>Hygrometer</i> Kabel  |
| 8. <i>Bunsen Burner</i>         | 16. <i>Flowmeter</i> Uap air |

Pada skema dapat dilihat alur pergerakan pada alat. Dari Tabung bahan bakar akan mengalirkan bahan bakar menuju *flowmeter* bahan bakar melalui selang, dan kemudian kompresor udara akan mengalirkan udara menuju *flowmeter* udara. *Flowmeter* akan menghitung debit aliran bahan bakar dan udara yang sudah diatur sebelumnya sesuai kebutuhan penelitian. Bahan bakar dan udara yang masuk akan dicampur dalam *mixing chamber* dan mengarahkan campuran reaktan tersebut langsung ke *bunsen burner*. Pada jalur selang reaktan dimasukkan uap air sebesar yang telah ditentukan. Higrometer kabel akan menghitung kelembaban pada selang yang disebabkan oleh masuknya uap air tersebut. Reaktan yang telah tercampur dengan uap air dialirkan menuju *bunsen burner* dan dinyalakan oleh pemantik. Kotak hitam berfungsi untuk menghindari pengaruh hembusan

angin terhadap nyala api. *Thermocouple* akan menghitung panas api yang dihasilkan dan kamera bertujuan untuk mengambil visualisasi api yang nantinya akan digunakan sebagai data hasil penelitian.

### 3.5.1 Prosedur Pengambilan Data

1. Memasang selang dengan *Mixing Chamber* dan *Burner* yang akan digunakan.
2. Mengatur nilai debit bahan bakar yang masuk sebesar 0.025 NL/min.
3. Pada  $n$  atur debit bahan bakar dan udara. Debit aliran di sesuaikan dengan kondisi stoikiometri dengan *equivalence Ratio* yang telah ditentukan sebelumnya.
4. Mengatur besar ( $H_2O$ ) dengan *hygrometer* sesuai dengan yang telah ditentukan.
5. Menyalakan api pada kondisi tersebut dengan pemantik api.
6. Tunggu hingga nyala api stabil dan catat debit ( $H_2O$ ), udara serta bahan bakar yang tertera pada *flowmeter*.
7. Lakukan pengambilan data visual setelah bentuk nyala api laminar terbentuk, temperatur api dan tinggi api. Tiap rasio ekuivalen didapatkan minimal 3 data gambar nyala api laminar.
8. Ulangi langkah 2-6 untuk rasio ekuivalen berikutnya.

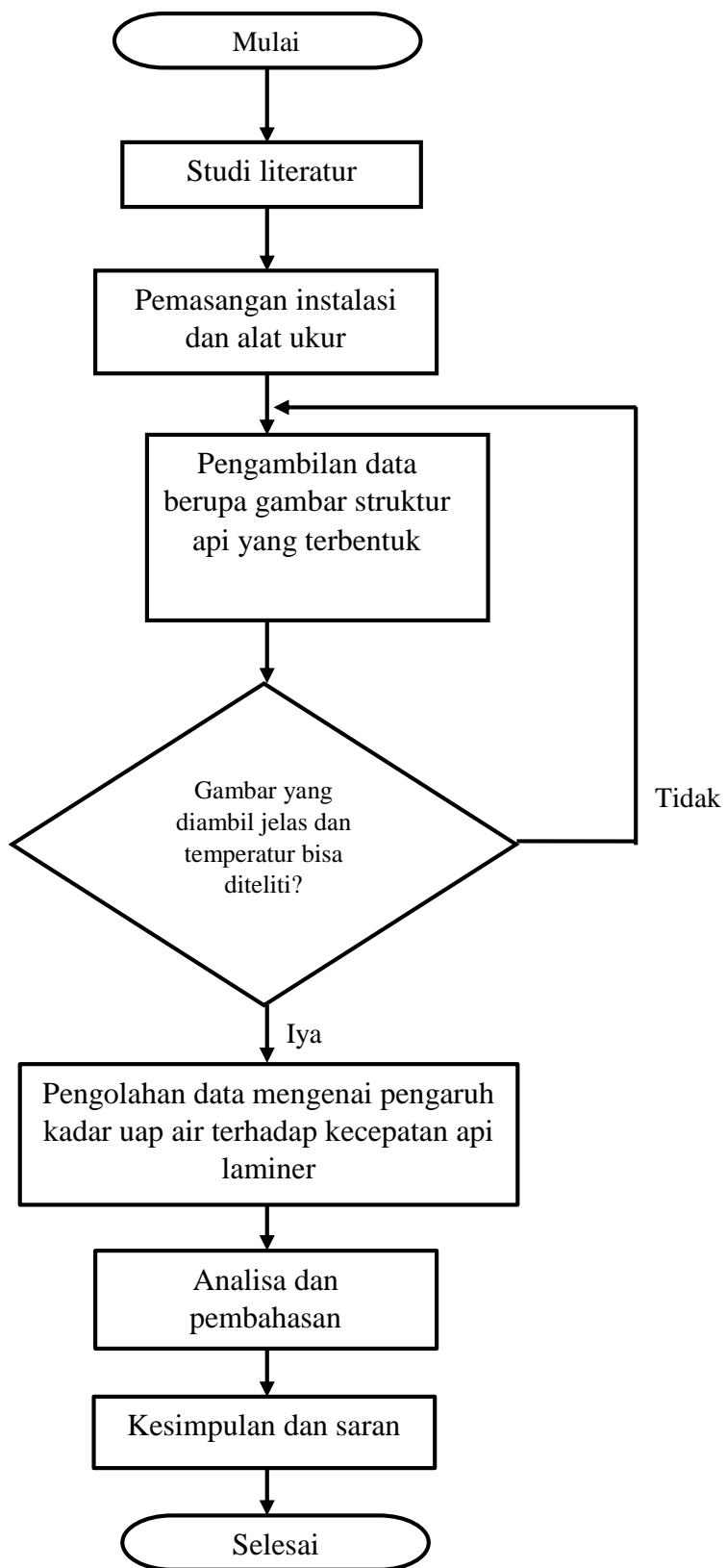
### 3.5.2 Rancangan Hasil Penelitian

Pengambilan data untuk mencari nilai kecepatan api laminar ( $S_L$ ) dilakukan dengan cara pengambilan data visual berupa foto nyala api pada setiap rasio ekuivalen. Serta untuk mendapat grafik hubungan tinggi api terhadap kecepatan api laminar. Berikut adalah tahapan pengolahan data visual.

1. Data visual diambil paling sedikit 3 kali tiap ekuivalen rasio dengan masing-masing *burner* dengan tujuan untuk meminimalisir kesalahan pada tiap data.
2. Lakukan penyimpanan data pada komputer yang kemudian diurutkan berdasar ekuivalen rasio dan berdasarkan jenis *burner*.
3. Pengolahan gambar dilakukan menggunakan aplikasi SolidWorks 2014 dengan mengambil ukuran diameter *burner* sebagai acuan. Lalu ditarik garis tegak lurus keatas untuk mengetahui tinggi api.
4. Pengambilan garis sudut sehingga didapat nilai sudut api ( $\alpha$ ) yang nantinya akan digunakan untuk mendapat nilai kecepatan api laminar.
5. Hasil data yang sudah diolah diurutkan berdasar *equivalence ratio* sehingga dapat didapatkan perbedaan nyala api tiap *equivalence ratio*-nya dari masing-masing *burner*.



### 3.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.11 Diagram alir penelitian

