

## **BAB III METODE PENELITIAN**

### **3.1 Metodologi Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian *experimental*, yakni peneliti melakukan pengamatan secara langsung untuk mengetahui korelasi hubungan sebab akibat antara hasil penelitian yang didapat terhadap perlakuan yang diberikan dalam suatu proses atau peristiwa. Dengan ini hasil yang didapat akan digunakan sebagai pembandingan dari pembakaran pada *bunsen burner* dengan variasi ketinggian *ring* sebagai pembeda.

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

#### **3.2.1. Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Motor Bakar, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.

#### **3.2.2. Waktu Penelitian**

Penelitian dilaksanakan selama kurang lebih 2 bulan dimulai pada bulan Mei 2017 sampai selesai.

### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel penelitian adalah suatu besaran yang dapat berubah atau diubah sehingga dapat mempengaruhi hasil dari penelitian yang dilakukan. Penggunaan variable dalam penelitian akan membantu dan mempermudah memahami sebab akibat dari permasalahan yang terjadi. Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi tiga jenis variabel yaitu:

#### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang bebas ditentukan oleh peneliti sebelum penelitian dilaksanakan. Dalam penelitian ini variabel bebas yang ditentukan adalah

- a. Material yang digunakan sebagai *bunsen burner* dan *ring* ialah logam kuningan dengan kadar tembaga 85% dan 15% seng.
- b. Dimensi *bunsen burner* yang digunakan yaitu panjang 100 mm, diameter dalam 12 mm, dan diameter dalam 16 mm.

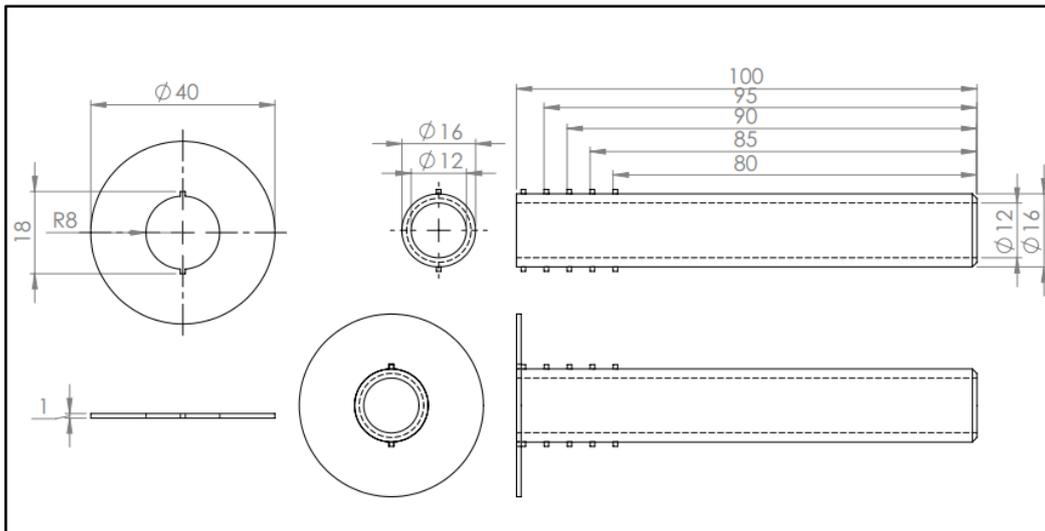
- c. Dimensi *ring bunsen* yang digunakan yaitu tebal 1 mm, diameter dalam 16mm, dan diameter luar 40 mm.
  - d. Variasi ketinggian posisi *ring bunsen* yang digunakan yaitu 78 mm, 83 mm, 88 mm, 93 mm dan 98 mm terhitung dari dasar *bunsen*.
  - e. Nilai equivalent rasio aliran campuran bahan bakar dan udara yaitu 0,78; 0,88; 1,01; 1,18; dan 1,40.
2. Variabel Terikat
- Variabel terikat adalah variabel yang nilai atau karakteristiknya yang tidak dapat ditentukan oleh peneliti, namun karakteristik dari variabel ini tergantung dari nilai variabel bebasnya. Pada penelitian ini variabel terikat yang dimiliki yaitu tinggi nyala api, temperatur api, dan kecepatan api laminar yang diperoleh dari hasil pengamatan karakteristik nyala api pada *bunsen burner* terhadap variasi ketinggian *ring* dengan bahan bakar metana.
3. Variabel Terkontrol
- Variabel terkontrol adalah variabel yang kondisinya dijaga konstan pada saat penelitian berlangsung. Adapun variabel terkontrol pada penelitian ini adalah
- a. Aliran bahan bakar yang masuk kedalam *bunsen burner* sebesar 0,5 L/min.
  - b. Temperatur *ring burner* sekitar 305°C, dipanaskan secara induksi listrik dengan arus searah 5 ampere dan tegangan 36 volt.

### 3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini alat-alat dan bahan yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. *Bunsen Burner* dan *Ring Bunsen*

*Bunsen burner* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki dimensi panjang 100 mm, diameter dalam 12 mm, dan diameter luar 16 mm. Sedangkan pada *ring bunsen* memiliki dimensi tebal 1 mm, diameter dalam 16 mm, dan diameter luar 40 mm. Material yang digunakan dalam pembuatan *bunsen burner* dan *ring bunsen* adalah kuningan. Berikut adalah desain dari *bunsen burner* dan *ring bunsen*:



Gambar 3.1 Desain Bunsen Burner dan Ring Bunsen

## 2. Kompresor

Kompresor digunakan untuk memberikan pasokan udara pada campuran bahan bakar.

Spesifikasi kompresor yang digunakan adalah sebagai berikut.

- Model : Lakoni Imola-125
- Kapasitas Tangki : 145 L/Min
- Tegangan : 220 V
- Daya : 1 HP / 0,75 HP
- Putaran : 2850 rpm
- Tekanan Max : 8 bar



Gambar 3.2 Kompresor

## 3. Mixing Chamber

Mixing chamber digunakan untuk menyatukan aliran udara dan aliran bahan bakar agar bahan bakar dan udara dapat tercampur. Memiliki ukuran diameter dalam 12 mm dan diameter luar 16 mm.



Gambar 3.3 Skema Mixing chamber

#### 4. Flowmeter

Digunakan untuk mengukur besar kecepatan aliran bahan bakar dan udara sebelum dicampurkan.

Spesifikasi:

- Skala ukuran : Liter / menit
- Dimensi : 5 x 15 cm
- *Minimum flow to read* : 0.1 Lpm & 1.5 Lpm
- *Maximum flow to read* : 1 Lpm & 12 Lpm
- Jenis : *Flowmeter Gas*



Gambar 3.4 Flowmeter

#### 5. Thermocouple

Digunakan untuk mengukur suhu nyala api pada penelitian. Tipe *thermocouple* yang digunakan dalam penelitian ini adalah tipe K.

Spesifikasi *thermocouple*:

- Tipe : tipe K
- *Minimum temp to read* : -20°C
- *Maximum temp to read* : 1300°C
- *Ukuran LCD* : 1.5 x 2.5 inch



Gambar 3.5 Thermocouples

6. Selang

Digunakan sebagai saluran bahan bakar dan udara sekaligus sebagai penghubung dalam instalasi alat uji. Selang yang digunakan berdiameter 0,6 cm.

7. Tabung gas CH<sub>4</sub>

Tabung gas metana berfungsi sebagai penampung sumber bahan bakar.



Gambar 3.6 Tabung Metana

8. Kamera DSLR

Digunakan untuk mengambil data visual nyala api.

Spesifikasi kamera:

- Merk : Nikon
- Model : D5200
- *Resolution* : > 20,0 MP
- Lensa : 18-55 mm
- Berat : 750 g
- *Optical zoom* : < 2x



Gambar 3.7 Kamera DSLR Nikon D5200

9. *Tripod*

Digunakan sebagai penopang kamera pada saat pengambilan data visual nyala api, agar data gambar yang diperoleh hasilnya tajam dan tidak mengubah jarak pada setiap pengambilan data.

10. *Coil* pemanas

Digunakan sebagai pemanas *ring*.

11. Adaptor arus listrik

Digunakan sebagai pengubah arus listrik dari AC ke DC yang akan digunakan sebagai *power supply* pada *coil* pemanas dengan output 5 ampere 36 volt.

12. Laptop

Digunakan sebagai media penyimpanan dan pengolah data dari hasil pengujian yang telah dilakukan. Pada laptop telah dilengkapi dengan *software Solidwork 2014* yang digunakan untuk mengolah data visual nyala api untuk mendapatkan sudutnyala api, *Adobe Photoshop CC 2017* yang digunakan untuk mengolah data visual *shadowgrap* nyala api.

13. *Stopwatch*

Digunakan untuk mengukur waktu lama pengambilan data temperatur nyala api pada setiap pengambilan data agar data yang diambil dilakukan dalam rentan waktu yang relatif sama.

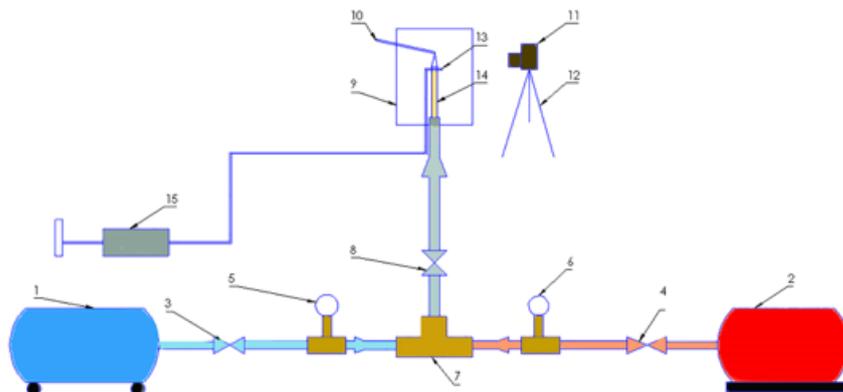
14. Pemantik api

Digunakan untuk menyakan api pada saat pengujian.

### 3.5 Instalasi Penelitian

Instalasi berfungsi sebagai gambaran yang menjelaskan alur kerja dari alat uji. Dimana dari instalasi ini dapat dipahami bagaimana cara kerja dari alat uji mulai dari aliran bahan bakar dan udara, kemudian bercampur dan dilakukan proses pembakaran. Selain itu juga

dapat diketahui posisi dari alat-alat yang digunakan dalam pengujian. Berikut adalah instalasi dari alat uji yang digunakan:



**Keterangan :**

- |                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1) Kompresor                  | 9) Kotak Hitam           |
| 2) Tabung Metana              | 10) <i>Thermocouple</i>  |
| 3) Katup Dari Kompresor       | 11) Kamera               |
| 4) Katup Dari Metana          | 12) <i>Tripod</i>        |
| 5) <i>Flowmeter</i> Kompresor | 13) <i>Ring Pemanas</i>  |
| 6) <i>Flowmeter</i> Metana    | 14) <i>Bunsen Burner</i> |
| 7) <i>Mixing Chamber</i>      | 15) <i>Stepdown</i>      |
| 8) Katup Aliran Reaktan       |                          |

Gambar 3.8 Instalasi Penelitian

### 3.6 Visualisasi Api

1. Memasang Selang yang telah terhubung pada tabung gas dan kompresor pada sisi masuk masing-masing *flowmeter*, lalu pasang selang pada sisi keluar *flowmeter* dan hubungkan dengan *mixing chamber* dan *burner* yang akan digunakan.
2. Memasang *ring burner* pada *bunsen burner*.
3. Memanaskan *ring bunsen burner* secara induksi listrik pada temperatur sekitar 305°C
4. Mengatur nilai debit bahan bakar sebesar 0,6 L/min.
5. Mengatur debit udara dan bahan bakar pada *flowmeter*, pengaturan besar debit disesuaikan dengan kondisi *equivalence ratio* yang telah ditentukan.
6. Menyalakan api dengan menggunakan pemantik api yang diarahkan pada *burner*.
7. Tunggu beberapa saat sampai terbentuk nyala api laminar dan stabil, lalu catat debit bahan bakar dan udara yang tertera pada masing-masing *flowmeter*.
8. Lakukan pengambilan data visual nyala api, temperatur nyala api, dan tinggi nyala api. Pada masing-masing *equivalence ratio* yang sudah ditentukan minimal dilakukan tiga kali pengambilan data dari setiap variasi ketinggian *ring burner*.

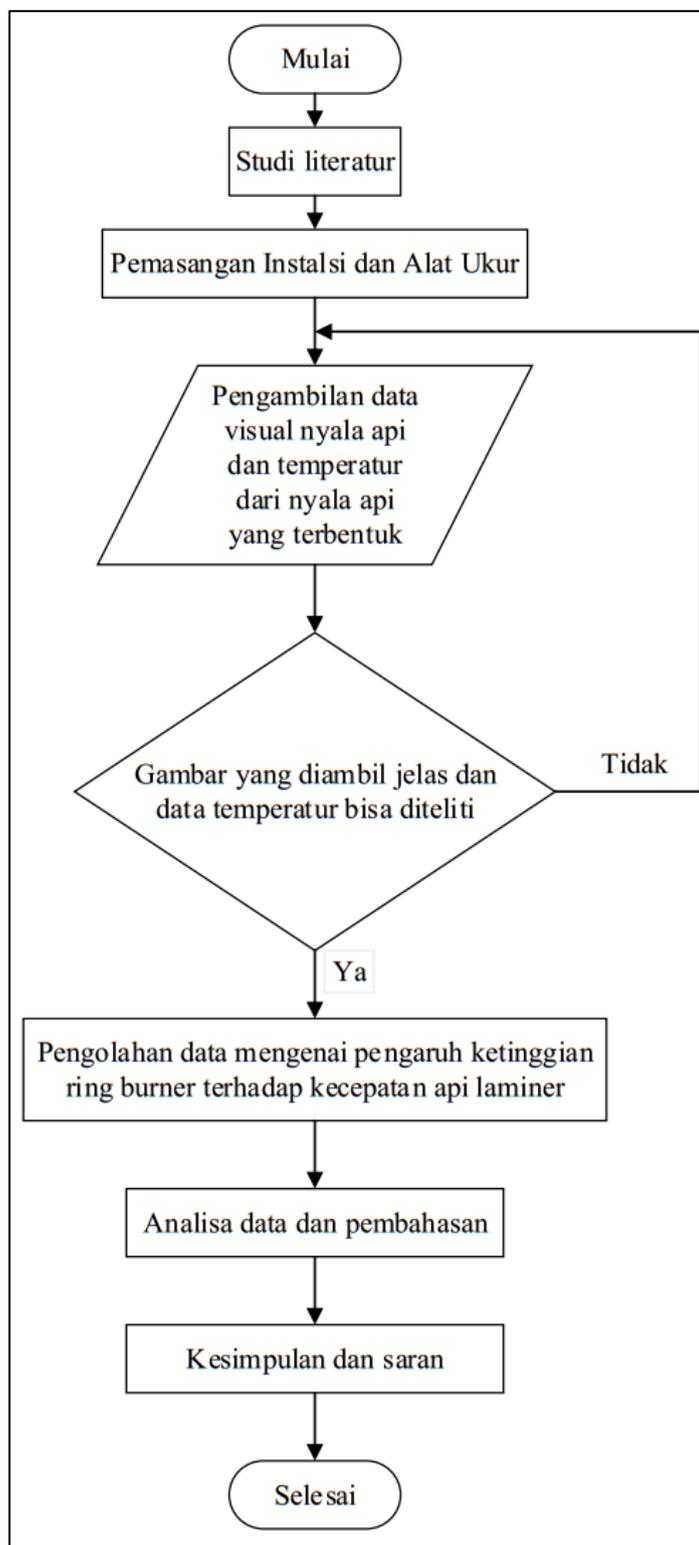
9. Ulangi langkah 2 sampai 8 untuk pengambilan data pada *equivalence ratio* berikutnya sesuai variasi ketinggian posisi *ring burner* yang ditentukan.
10. Setelah selesai pengambilan data padamkan api dengan cara menghentikan debit udara dan bahan bakar secara bersamaan, lalu ganti posisi ketinggian *ring burner* dan ulangi langkah 2 sampai 8 kembali.

### 3.7 Rancangan Hasil Penelitian

Pengambilan data kecepatan api laminer ( $S_L$ ) didapat dari pengolahan data visual nyala api yang berupa gambar dari setiap *equivalence ratio* yang sudah ditentukan dan variasi ketinggian *ring burner*. Untuk mendapatkan grafik hubungan tinggi api terhadap kecepatan api laminer, berikut adalah langkah-langkah pengolahan data visual:

1. Data visual diambil paling sedikit 3 kali pada setiap *equivalence ratio* dari masing-masing posisi ketinggian *ring burner* dengan tujuan untuk meminimalisir terjadinya kesalahan pada setiap pengambilan data.
2. Lakukan penyimpanan data pada laptop yang disusun runtut berdasarkan *equivalence ratio* dan variasi ketinggian *ring burner*.
3. Pengolahan gambar dilakukan dengan menggunakan *software SolidWork* dengan menggunakan ukuran diameter *bunsen burner* sebagai acuan dan ditarik garis tegak lurus keatas sampai ujung atau puncak nyala api untuk mendapatkan tinggi nyala api dan sudut nyala api ( $\alpha$ ).
4. Pengolahan gambar *shadowgraph* nyala api menggunakan *Adobe Photoshop CC 2017*.
5. Data sudut nyala api ( $\alpha$ ) yang didapat akan digunakan untuk mencari nilai kecepatan api laminer ( $S_L$ ).
6. Data yang sudah diolah hasilnya diurutkan berdasarkan *equivalence ratio* dan variasi ketinggian *ring burner*. Sehingga diperoleh perbedaan nyala api pada setiap *equivalence ratio* dan variasi ketinggian *ring burner*.

### 3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.9 Diagram alir penelitian

