

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Pada penelitian kali ini metode yang digunakan adalah metode experimental atau pengujian secara langsung. Dengan pengujian secara langsung maka didapatkan visualisasi yang nyata dan dapat melakukan pengamatan secara langsung hubungan antara sebab dan akibat.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

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

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 adalah 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 (0,88 ; 0,95 ; 1,03 ; 1,12 ; 1,23)
- Nilai volume penambahan CO₂ (10%,8%,6%,4%,2% dari keseluruhan campuran)

2. 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 visualisasi nyala api, temperatur api, kecepatan api laminar, tinggi api, dan efisiensi sistem pemanasan.

3. Variabel Terkontrol

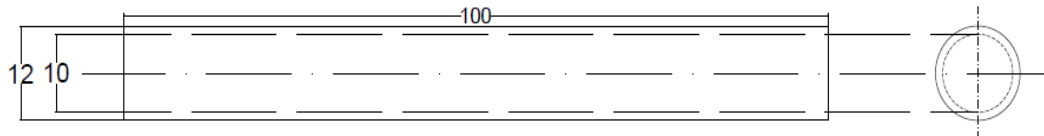
Variabel terkontrol adalah variabel yang ditentukan oleh peneliti, dan nilainya dikondisikan konstan. Variabel terkontrol pada penelitian ini adalah:

1. Debit Aliran bahan bakar 0,2 NL/min
2. Diameter *Bunsen burner* ($D_{\text{dalam}} = 10 \text{ mm}$, $D_{\text{luar}} = 12 \text{ mm}$)
3. Massa air yang dipanaskan 0,25 kg
4. Jarak antara selubung *Bunsen Burner* dengan beban pemanasan 3 cm

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat –alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. *Bunsen Burner*



Gambar 3.1 Skema *Bunsen Burner*

Bunsen burner dibuat dari material kuningan dan sebuah *Bunsen burner* panjangnya harus 10 kali diameter. *Bunsen burner* yang akan digunakan memiliki panjang 100 mm, diameter luar 12 mm dan diameter dalam 10 mm. Material kuningan memiliki nilai konduktivitas termal $(1 \pm 0.1) \times 10^2 \text{ W/mK}$. *Bunsen burner* dapat dilihat pada gambar 3.1.

2. Kompresor



Gambar 3.2 kompresor Udara

Kompresor digunakan untuk mensuplai udara pembakaran. Spesifikasi compressor yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Model : *electric blower*
- b. Daya : 1 HP
- c. Tegangan : AC 220 V
- d. Kapasitas tangki : 25 liter
- e. Kapasitas tekanan : 8 bar
- f. Kapasitas aliran : 145 liter/menit

3. *Mixing Chamber*



Gambar 3.3 *Mixing chamber*

Digunakan untuk mencampur udara dan bahan bakar sebelum memasuki Burner.

4. *Thermocouple*



Gambar 3.4 *Thermocouple*

Thermocouple digunakan untuk mengukur distribusi temperatur pada api *premixed*. Spesifikasi termokopel adalah sebagai berikut:

1. Temperatur : $-50.0^{\circ}\text{C} \sim 1350^{\circ}\text{C}$
2. Ketelitian : $\pm 0.5\% \text{ rdg} + 1^{\circ}\text{C}$

5. 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 0,6 cm, selain itu juga digunakan untuk menghubungkan *mixing chamber* ke *Bunsen burner*.

6. Tabung gas CO₂

Gambar 3.5 Tabung Gas CO₂

Tabung gas yang digunakan untuk menyimpan gas CO₂.

7. Tabung gas LPG



Gambar 3.6 Tabung Gas LPG 3 kg

Tabung gas yang digunakan adalah tabung gas LPG 3 kg

8. Kamera DSLR

Digunakan untuk mengambil gambar nyala api. Spesifikasi kamera DSLR yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Merek : *Canon*
- b. Model : 550 D
- c. Resolusi : 18 MP
- d. *File format* : JPG

9. 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.

10. Laptop



Gambar 3.7 Laptop

Digunakan untuk mengolah data hasil visualisasi dari kamera maupun data numerik hasil perhitungan. Spesifikasi laptop yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Merek : ASUS
- b. *Processor* : Intel Core i7
- c. VGA : NVIDIA GeForce GT740M

11. Regulator LPG



Gambar 3.8 Regulator LPG

Sebagai penyambung antara tabung gas LPG 3 kg dengan selang.

12. *Flowmeter*



Gambar 3.9 *Flowmeter*

Digunakan untuk mengukur besar kecepatan aliran bahan bakar dan udara.

Flowmeter yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. Merek : Wiebrock
- b. Range : - *Flowmeter* udara : 2 - 10 NL/menit
- *Flowmeter* bahan bakar : 0,1 – 1,5 NL/menit
- *Flowmeter* CO₂ : 0,1 – 1 NL/menit

13. Gelas Ukur *Pyrex*



Gambar 3.10 Gelas Ukur *Pyrex*

Digunakan untuk menampung air ketika uji efisiensi sistem pemanasan.

Spesifikasi gelas ukur *pyrex* adalah sebagai berikut:

- a. Massa : 0,187 kg
- b. C_p : 0,75 kJ/kg.K°
- c. Kapasitas : 500 ml

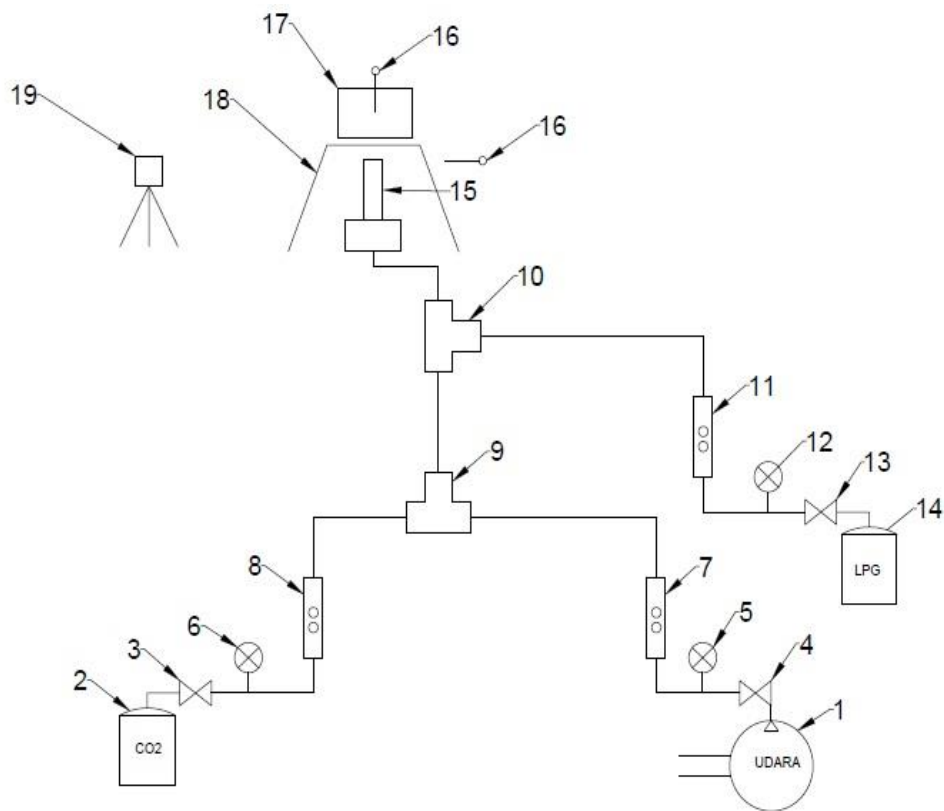
14. *Pyrex Beaker Stand*



Gambar 3.11 *Pyrex Beaker Stand*

Digunakan sebagai penyangga gelas ukur *pyrex* ketika pengujian efisiensi sistem pemanasan.

3.5 Instalasi Penelitian



Gambar 3.12 Skema Instalasi Penelitian

Keterangan:

- | | |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Kompresor Udara | 11. <i>Flowmeter</i> LPG |
| 2. Tabung Gas CO ₂ | 12. <i>Pressure Gauge</i> LPG |
| 3. Katup CO ₂ | 13. Katup LPG |
| 4. Katup Kompresor Udara | 14. Tabung LPG |
| 5. <i>Pressure Gauge</i> Kompresor Udara | 15. Bunsen <i>Burner</i> |
| 6. <i>Pressure Gauge</i> CO ₂ | 16. <i>Thermocouple</i> |
| 7. <i>Flowmeter</i> Udara | 17. <i>Pyrex Beaker</i> |
| 8. <i>Flowmeter</i> CO ₂ | 18. <i>Pyrex Beaker Stand</i> |
| 9. <i>Mixing Chamber</i> Udara dan CO ₂ | 19. Kamera DSLR |
| 10. <i>Mixing Chamber</i> LPG dan Udara Campuran | |

3.5.1 Visualisasi Nyala Api

1. Memasang Selang dengan *Mixing Chamber* dan *Bunsen Burner* yang akan digunakan
2. Mengatur Nilai debit bahan bakar yang masuk
3. Pada *flowmeter* atur debit bahan bakar dan udara. Debit aliran di sesuaikan dengan kondisi stoikiometri dengan *equivalence ratio* yang telah ditentukan sebelumnya.
4. Menyalakan api pada kondisi tersebut dengan pemantik api
5. Tunggu hingga nyala api stabil dan catat debit udara serta bahan bakar yang tertera pada *flowmeter*.
6. Lakukan pengambilan data visual setelah bentuk nyala api laminar terbentuk, temperatur api dan tinggi api. Tiap *equivalence ratio* didapatkan minimal 3 data gambar nyala api laminar.
7. Ulangi langkah 2-6 untuk rasio ekuivalen berikutnya.

3.5.2 Pengujian Efisiensi Sistem Pemanasan

1. Menyiapkan air sebanyak 0,25 L yang akan dipanaskan pada *pyrex*.
2. Menyiapkan instalasi percobaan.
3. Mengatur debit bahan bakar sebesar 0,2 NL/menit pada *flowmeter* bahan bakar.
4. Mengatur debit udara sebesar 6 NL/menit pada *flowmeter* udara.
5. Menyalakan api pada kondisi tersebut dengan pemantik.
6. Mengambil data temperatur air dalam *pyrex* setiap satu menit hingga mencapai 93 °C.
7. Ulangi pengambilan data (langkah 6) dengan mengatur ulang debit penambahan CO₂ sesuai variasi yang telah ditentukan (2% ; 4% ; 6% ; 8% dan 10%) dengan debit bahan bakar dan udara yang tetap.

3.5.3 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 *equivalence ratio* dan penambahan CO_2 . 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 berdasarkan tiap *equivalence ratio* dan penambahan CO_2 dengan tujuan untuk meminimalisir kesalahan pada tiap data.
2. Lakukan penyimpanan data pada komputer yang kemudian diurutkan berdasarkan *equivalence ratio* dan penambahan CO_2 .
3. Pengolahan gambar dilakukan menggunakan aplikasi grafis 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 (α) yang nantinya akan digunakan untuk mendapat nilai kecepatan api laminar.
5. Hasil data yang sudah diolah diurutkan berdasarkan variasi *equivalence ratio* dan penambahan CO_2 sehingga didapatkan perbedaan nyala api tiap *equivalence ratio* dan penambahan CO_2 .

Pengolahan data pengujian efisiensi sistem pemanasan dilakukan dengan cara berikut:

1. Melakukan perhitungan efisiensi sistem pemanasan dengan memasukkan data yang diperoleh dari pengujian efisiensi pemanasan.
2. Dari hasil olahan data yang diperoleh, dijadikan grafik dan ditarik garis untuk menentukan kecenderungannya.
3. Ditarik kesimpulan dari grafik yang sudah dibuat.

3.6 Diagram Alir Penelitian

