

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental (*experimental research*) yaitu dengan melakukan pengamatan secara langsung untuk memperoleh data sebab akibat melalui eksperimen guna mendapatkan data empiris.

#### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mesin Motor Bakar Fakultas Teknik Universitas Brawijaya bulan April 2014 sampai selesai.

#### 3.3 Variable Penelitian

Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini.

##### 1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan oleh peneliti dan harganya dapat diubah-ubah untuk mendapatkan nilai variabel terikat dari obyek penelitian, sehingga diperoleh hubungan antara keduanya. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu :

- a. Variasi konsentrasi CO<sub>2</sub> dengan prosentasi 0- 40 %
- b. AFR antara udara dan bahan bakar

##### 2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang nilainya tergantung dari variabel bebas dan diketahui setelah penelitian dilakukan. Variabel terikat yang diamati pada penelitian ini adalah Kestabilan api pada proses pembakaran *premixed*.

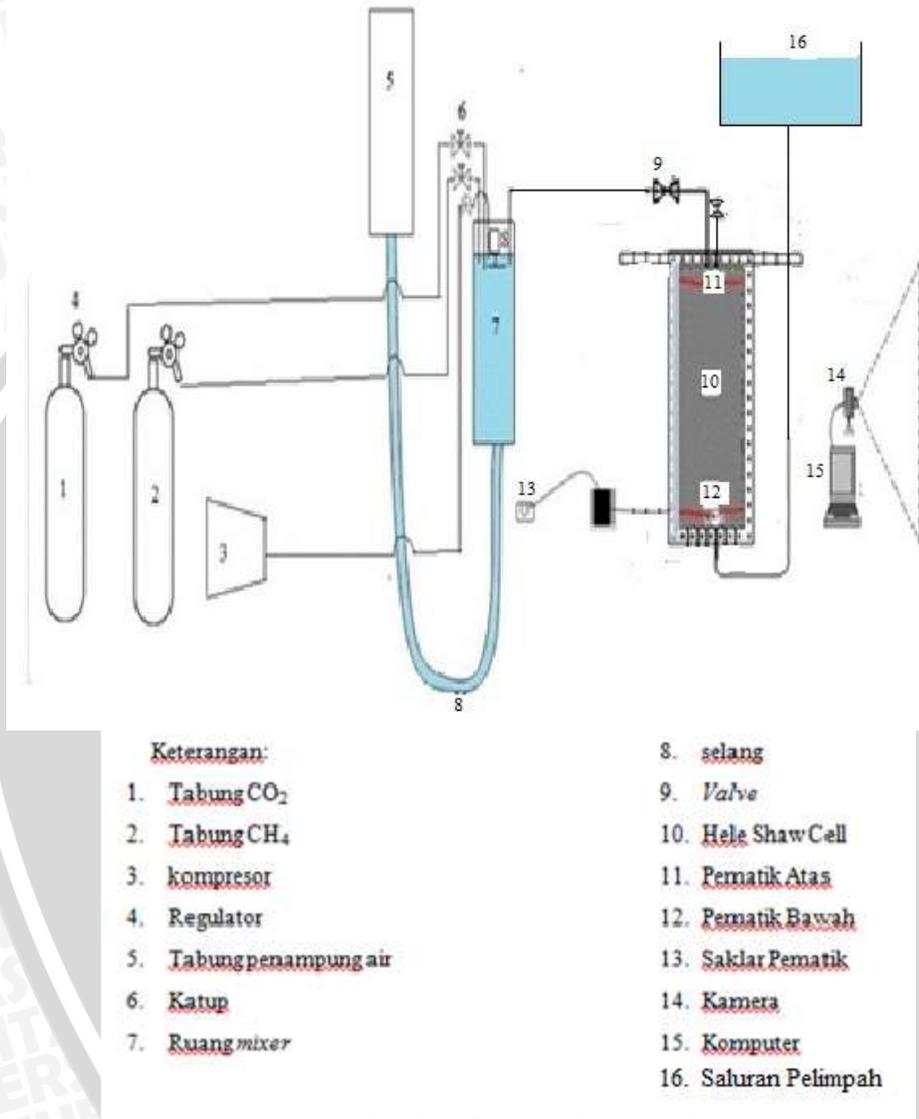
##### 3. Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya ditentukan peneliti dan dikondisikan konstan. Variabel terkontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Ruang bakar (50cm x 20cm x 3mm)
- *voltage* pemantik
- Tekanan ruang bakar sama dengan tekanan atmosfer lingkungan

### 3.4 Instalasi Penelitian

Instalasi penelitian yang digunakan pada penelitian ini terlihat seperti skema pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Instalasi penelitian

Pada penelitian ini menggunakan campuran bahan bakar yang terdiri dari gas CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, dan udara yang ditunjukkan pada nomor 1,2, dan 3. Kemudian campuran tersebut (reaktan) dimasukkan ke gas *mixer* melalui selang dengan bantuan regulator (4) dan katup (6) sehingga volume gas yang diinginkan bisa diatur. Gas yang masuk ke ruang *mixer* dapat dilihat ketika air pada ruang *mixer* (7) pindah ke tabung penampung air (5). Setelah reaktan

sudah sesuai katup ditutup kemudian *mixer* pada gambar 7 dinyalakan. Selanjutnya reaktan dimasukkan ke *helle shaw cell* (10) melalui selang dengan bantuan katup. Indikasi gas masuk ada *helle shaw cell* dapat dilihat ketika air pada tabung pelimpah (16) bertambah. Terakhir katup ditutup dan penyalaan atas (11) atau bawah (12) dapat dilakukan. Visualisasi dapat dilihat dengan bantuan kamera (14). Data yang sudah diambil diolah dengan bantuan software yang ada di computer.

### 3.5 Peralatan Penelitian

#### 1. *Helle shaw cell*

Berfungsi sebagai proses terjadinya pembakaran. Alat ini menggunakan bahan dari acrilyc dengan ukuran volume 50 cm x 20 cm x 3 mm.



Gambar 3.2 *Helle shaw cell*

#### 2. Tabung CH<sub>4</sub>

Peralatan ini digunakan sebagai tempat penyimpanan gas CH<sub>4</sub>



Gambar 3.3 Tabung CH<sub>4</sub>

### 3. Tabung CO<sub>2</sub>

Alat ini digunakan sebagai tempat penyimpanan gas CO<sub>2</sub>.



Gambar 3.4 Tabung CO<sub>2</sub>

### 4. Selang

Selang digunakan untuk menghubungkan tabung gas dengan alat lainya seperti gas mixer, dan *helle shaw cell*.



Gambar 3.5 Selang

#### 5. Kompresor

Digunakan sebagai penyimpanan udara.



Gambar 3.6 kompresor

#### 6. Kamera

Digunakan untuk merekam gambar perambatan api yang terjadi sehingga dapat digunakan untuk analisa visual. Dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Type : EOS 60D 18.0 megapixel APS-C size CMOS sensor.
- b. Merk : Canon
- c. Media : Full HD recording in 24 dan 25 fps
- d. Buatan : ISO 100-6400



Gambar 3.7 Kamera

### 7. Katup

Digunakan untuk mengatur gas yang masuk.



Gambar 3.8 Katup

### 8. Gas Mixer

Digunakan untuk mencampur komposisi bahan bakar dan udara.

- *Mixer*

Diameter : 30 mm

Panjang sudu : 10 mm

Lebar sudu : 5 mm

$\alpha$  :  $45^{\circ}$

- *Ruang Mixer*

Panjang : 500 mm

Lebar : 90 mm

Tinggi : 21 mm



Gambar 3.9 Gas Mixer

### 3.6 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari hal-hal yang berhubungan dengan penelitian yang akan dilakukan sehingga dapat menguatkan dalam pengambilan hipotesa serta memperjelas hasil penelitian.

2. Observasi lapangan

Observasi lapangan dilakukan untuk studi terhadap peralatan yang diperlukan dalam penelitian.

3. Pembuatan alat

Pembuatan alat dilakukan dengan mempersiapkan bahan – bahan untuk pembuatan *helle shaw cell*.

4. Perancangan instalasi

Perancangan instalasi dimulai dengan pemasangan semua alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian.

5. Pengujian dan pengambilan data

Pengujian dilakukan pada instalasi dan proses pengambilan data dilakukan dengan mengambil gambar jarak dan pola rambat api dengan bantuan kamera.

## 6. Analisa

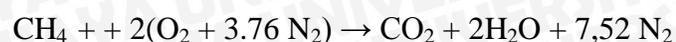
Analisa pengujian dilakukan dengan mengamati dan membandingkan data yang ada dan ditampilkan dalam bentuk gambar atau grafik.

### 3.7 Pelaksanaan Penelitian

1. Menyiapkan semua peralatan yang diperlukan dan disusun sesuai dengan gambar instalasi yang telah direncanakan..
2. Memastikan semua katub pada tabung gas dalam keadaan tertutup.
3. Pengambilan data dilakukan dengan variasi AFR dengan penambahan CO<sub>2</sub> antara 0-40%.
4. Buka bukaan regulator gas sesuai variasi yang telah ditentukan.
5. Setelah ruang *mixer* sudah terisi regulator ditutup.
6. Nyalakan pengaduk mekanik selama 90 detik.
7. Matikan alat pengaduk mekanik, buka katup yang menuju *Helle Shaw Cell*.
8. Setelah ruang bakar terisi campuran bahan bakar katup ditutup dan kamera dinyalakan.
9. Tombol pematik ditekan sampai menyala lalu gambar perambatan api diambil melalui kamera.
10. Setelah gambar api terekam gas hasil pembakaran yang tersisa dalam ruang pembakaran dibuang melalui saluran buang dengan membuka katup saluran.
11. Kemudian dilakukan langkah-langkah seperti diatas untuk variasi yang lain

### 3.8 Cara Perhitungan Data

Sebelum pengambilan data kita perlu menghitung perbandingan volume gas metana (CH<sub>4</sub>), dan udara dengan penambahan CO<sub>2</sub>. Pertama, perhitungan dilakukan secara teoritis sesuai dengan reaksi kimianya. Misal, perhitungan AFR dengan dasar 1 kmol bahan bakar pada kandungan biogas 100% CH<sub>4</sub> dan (90% CH<sub>4</sub> + 10% CO<sub>2</sub>), adalah sebagai berikut :



$$\begin{aligned} \text{AFR} &= \frac{2(1+3.76)}{1} \\ &= \frac{9.52}{1} \text{ mol udara/mol b.bakar} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{AFR} &= \frac{1.8(1+3.76)}{1} \\ &= \frac{8,52}{1} \text{ mol udara/mol b.bakar} \end{aligned}$$

Dalam reaksi pembakaran bahan bakar gas, perbandingan mol antara udara dan bahan bakar juga menunjukkan perbandingan volumenya. Sehingga, perbandingan gas – gas yang akan dibakar dapat dihitung berdasarkan volume tabungnya. Perhitungan dilakukan dengan membandingkan perbandingan teoritis reaksi kimia dengan volume tabung tinggi 50 cm, panjang 20 cm, lebar 3mm.

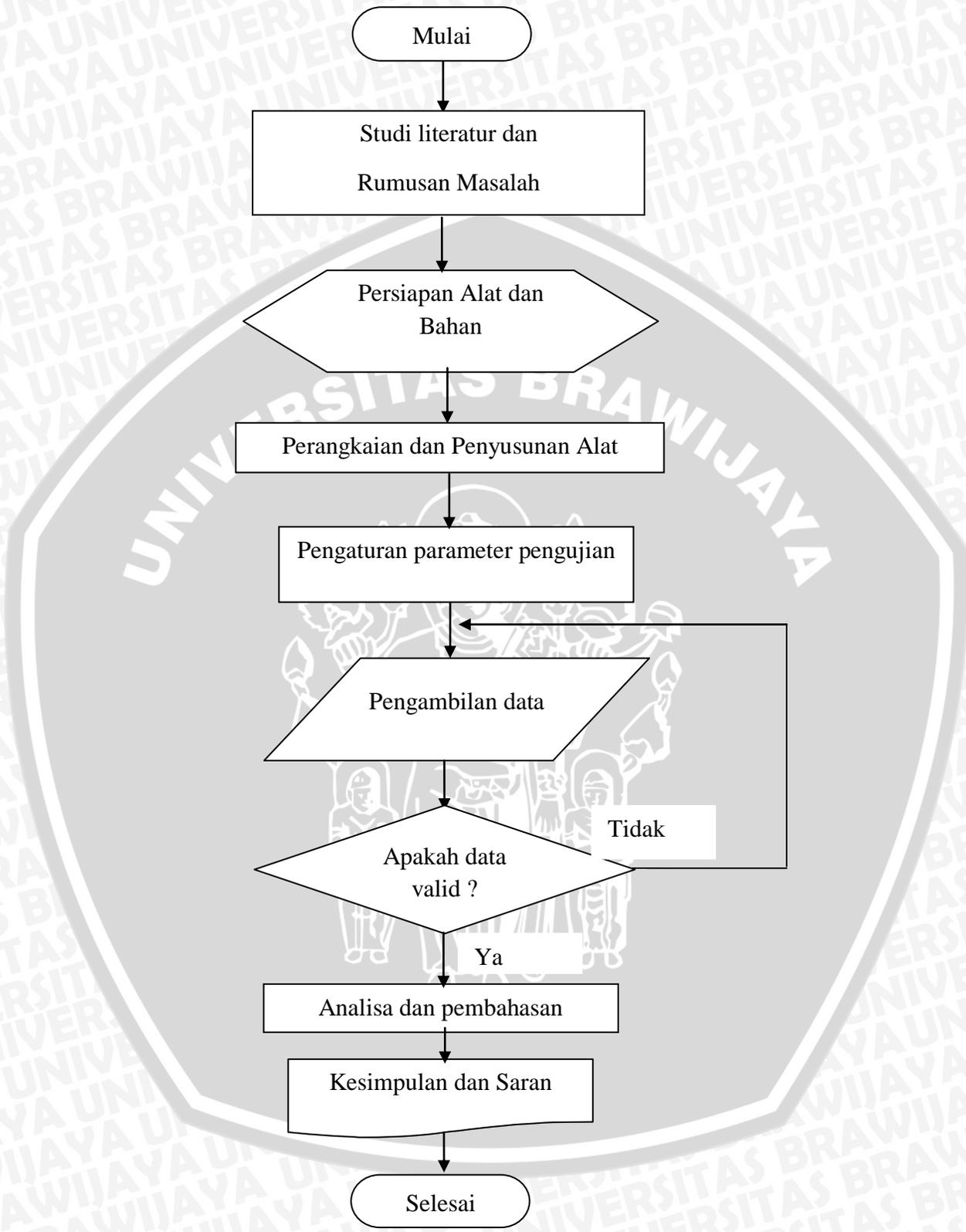
### 3.9 Metode Pengolahan Data

Hasil rekaman proses pembakaran gas metana yang berupa video, terlebih dahulu dirubah menjadi gambar diam dengan menggunakan *software Video to JPG Converter*. Video tersebut dipotong dengan kecepatan 25 fps (*frame per sekon*), dimana dalam satu detik dapat menghasilkan 25 gambar diam. Setelah didapatkan potongan dari video tersebut, langkah selanjutnya yaitu mengambil potongan – potongan gambar disaat api mulai terbentuk hingga padam. Kemudian gambar – gambar tersebut dipotong hanya pada bagian ruang bakar, dengan menggunakan *software Adobe Photoshop* sesuai dengan ukuran sebenarnya. Gambar hasil dari *Adobe Photoshop* tersebut, kemudian disusun menjadi satu *frame*.

Untuk perhitungan cepat rambat api, gambar susunan rambatan api yang telah dihasilkan kemudian dimasukkan kedalam *software Adobe Photoshop*. Sehingga dapat dihitung jarak perpindahan api tiap *fram*nya. Dari hasil jarak tersebut dapat diketahui cepat rambat api dengan membagi jarak per satuan waktu. Kemudian dengan menggunakan *software Excel* akan diperoleh tabel kecepatan yang kemudian dibuat grafik hubungan-hubungan yang dicari.

### 3.10 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian merupakan urutan proses pelaksanaan penelitian dari awal sampai selesai. Untuk sistem *system pembakaran premiks* :



Gambar 3.10 Diagram Alir Penelitian