

## BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yang meneliti objek secara langsung. Dari objek yang diteliti akan didapatkan data berupa visualisasi gambar dan temperatur nyala api yang nantinya akan diolah sehingga diperoleh dimensi api, warna api dan kecepatan pembakaran. Dari data dan hasil pengolahan data dapat dibuat suatu grafik yang membentuk suatu pola kecenderungan. Dari grafik kecenderungan tersebut dapat dibandingkan dan ditarik kesimpulan tentang objek yang diteliti.

### 3.1. 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. Adapun yang merupakan variabel bebas dalam penelitian ini adalah :

- a. Komposisi LPG yaitu 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% dari total massa alir uap minyak jarak pagar.
- b. Debit udara sebanyak 0 ml/min sampai *blow off* dengan kelipatan 50 ml/min.

#### 2. Variabel terikat (*dependent variable*)

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya tergantung dari variabel bebas dan besarnya dapat diketahui setelah penelitian dilakukan. Adapun variabel terikat dalam penelitian ini yaitu karakteristik pembakaran yang meliputi :

- a. Dimensi api
- b. Warna api
- c. Kecepatan pembakaran
- d. Temperatur api

#### 3. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol adalah variabel yang nilainya dijaga tetap. Adapun variabel terkontrol pada penelitian ini adalah :

- a. Debit minyak jarak pagar yang menguap yaitu 0.091 ml/min.
- b. Diameter dalam *burner* 3 mm.
- c. Diameter luar *burner* 7 mm.

### 3.2. Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mesin - Mesin Fluida Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya pada bulan April 2014 sampai dengan Juni 2014.

### 3.3. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

1. LPG A dan LPG B.

Kedua LPG tersebut menggunakan LPG 3 kg produksi PT. PERTAMINA. LPG A digunakan untuk memanaskan minyak jarak pagar agar menjadi uap dan LPG B digunakan untuk pencampuran uap minyak jarak pagar yang nantinya akan diteliti.

2. Minyak jarak pagar

Digunakan untuk bahan bakar setelah menjadi uap.



Gambar 3.1 Minyak jarak pagar

3. Kompor gas

Digunakan untuk membakar minyak jarak pagar agar menjadi uap.



Gambar 3.2 Kompor gas

## 4. Selang

Digunakan untuk :

- Menghubungkan LPG A dengan *flow meter* kemudian menghubungkan *flow meter* dengan kompor gas.
- Menghubungkan kompresor dengan *flow meter* kemudian menghubungkan *flow meter* dengan *connector*.
- Menghubungkan LPG B dengan *flow meter* kemudian menghubungkan *flow meter* dengan *connector*.
- Menghubungkan *connector* dengan *mixing chamber*.



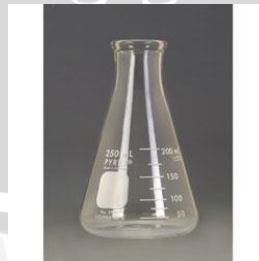
Gambar 3.3 Selang

Spesifikasi selang :

- Bahan : Urethane  
 Diameter luar : 6 mm  
 Diameter dalam : 4 mm

## 5. Ketel penguapan minyak jarak pagar.

Digunakan untuk tempat penampungan dan penguapan minyak jarak pagar.



Gambar 3.4 Ketel penguapan minyak jarak pagar

Spesifikasi ketel uap:

- Bahan : Pyrex  
 Kapasitas : 250 ml

6. *Connector*

Alat yang digunakan untuk mencampur udara dan LPG.



Gambar 3.5 Connector

7. *Mixing Chamber*

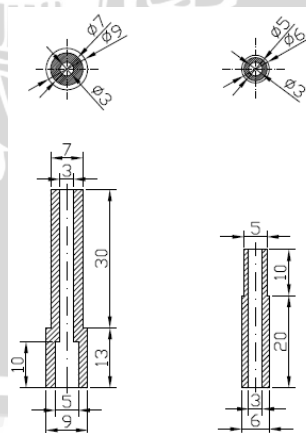
Digunakan untuk tempat pencampuran antara uap minyak jarak pagar, LPG dan udara.



Gambar 3.6 Mixing chamber

8. *Burner*

Alat yang digunakan untuk proses pembakaran



Skala : 1 : 1  
Satuan : mm

(a)

(b)

Gambar 3.7 (a) *Burner dan connector burner* (b) *Dimensi burner dan connector burner*

### 9. *Flow meter udara*

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur debit udara.



Gambar 3.8 *Flow meter udara*

Spesifikasi *flow meter udara* :

Merk : Kofloc

Satuan : ml/min at 20°C 1 atm

Range nilai : 0 ml/min sampai 500 ml/min

### 10. *Flow meter LPG A*

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur debit LPG A.



Gambar 3.9 *Flow meter LPG A*

Spesifikasi *flow meter LPG A* :

Merk : Zya

Satuan : ml/min at 20°C 1 atm

Range nilai : 0 ml/min sampai 3000 ml/min

### 11. *Flow meter* LPG B

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur debit LPG B.



Gambar 3.10 *Flow meter* LPG B

Spesifikasi *flow meter* LPG A :

Merk : Kofloc

Satuan : ml/min at 20°C 1 atm

Range nilai : 0 ml/min sampai 20 ml/min

### 12. Kompresor udara

Alat yang digunakan untuk mengkompresi udara dan mengalirkannya menuju *connector* untuk nantinya bercampur dengan campuran uap minyak jarak pagar dan LPG.



Gambar 3.11 Kompresor udara

Spesifikasi kompresor :

- a. *Power* : 1 Hp
- b. *Voltage* : 220 V/50 Hz
- c. *Tank capacity* : 25 ltr
- d. *Rpm* : 2.850 rpm
- e. *Max pressure* : 8 Bar

### 13. *Thermocouple*

Alat ini digunakan untuk mengukur temperatur nyala api pada *burner*. *Thermocouple* yang digunakan adalah *thermocouple* tipe K dengan diameter 0,2 mm.



Gambar 3.12 *Thermocouple*

### 14. *Data Logger*

Alat ini digunakan untuk menerima data temperatur nyala api dari *thermocouple* pada *burner*.



Gambar 3.13 *Data logger*

### 15. Kamera

Alat ini digunakan untuk mendokumentasikan dan mengambil data visualisasi nyala api.



Gambar 3.14 Kamera

Spesifikasi kamera :

Merk : Canon

Tipe : DSLR 1000D

Resolusi : 15 MP

## 16. Laptop

Alat ini digunakan untuk mengolah data.



Gambar 3.15 Laptop

Spesifikasi Laptop :

Processor : Intel® core™ i3-3271U CPU @1.80 GHz

VGA : Nvidia Geforce 740M 2 GB

Memory : 4GB RAM

Operating system : Windows 7 Home Premium 64-bit (6.1, build 7600)

### 3.4. Metode Pengambilan Data

Sebelum melakukan pengambilan data, kita perlu melakukan pra penelitian terlebih dahulu untuk menentukan debit minyak jarak yang menguap. Debit minyak jarak yang menguap digunakan untuk menentukan massa alir uap minyak jarak yang mengalir ke ruang bakar. Selain itu pra penelitian juga dilakukan untuk menentukan densitas minyak jarak pada temperatur penguapan. Densitas minyak jarak ditentukan berdasarkan volum dan massanya pada saat mulai terjadi penguapan. Densitas minyak jarak pada saat menguap adalah 0.71 gr/ml dan pada temperatur penguapan 278.8 °C sedangkan debit udara ditentukan melalui *flow meter* udara.

1. Pra penelitian untuk menentukan debit minyak jarak yang menguap.

➤ Alat yang digunakan adalah :

- LPG A
- Selang
- Kompor
- Ketel uap

➤ Langkah kerja :

1. Siapkan semua peralatan penelitian.



2. Pastikan ketel uap terisi minyak jarak pagar.
3. Pasang peralatan dengan teliti dan benar agar tidak terjadi kesalahan.
4. Buka regulator LPG A, atur debit LPG A dengan *flow meter* dan nyalakan kompor kemudian tunggu hingga minyak jarak pagar menguap.
5. Nyalakan *stopwatch*.
6. Catat waktu untuk pengurangan volum minyak jarak pagar setiap 5 ml.
7. Untuk mengakhiri pengujian, kurangi debit LPG A pada *flow meter* hingga angka nol. Kemudian tutup regulator LPG A dan lepas regulator LPG A.
8. Percobaan selesai.

Dari hasil pra penelitian tersebut diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 3.1 Data penelitian

Debit LPG (ml/min)	Volum minyak jarak yang menguap (ml)	Waktu penguapan (min)
500	5	54.04
500	5	55.13
500	5	54.32

2. Pra penelitian untuk menentukan densitas minyak jarak pada temperatur penguapan.

➤ Alat yang digunakan adalah :

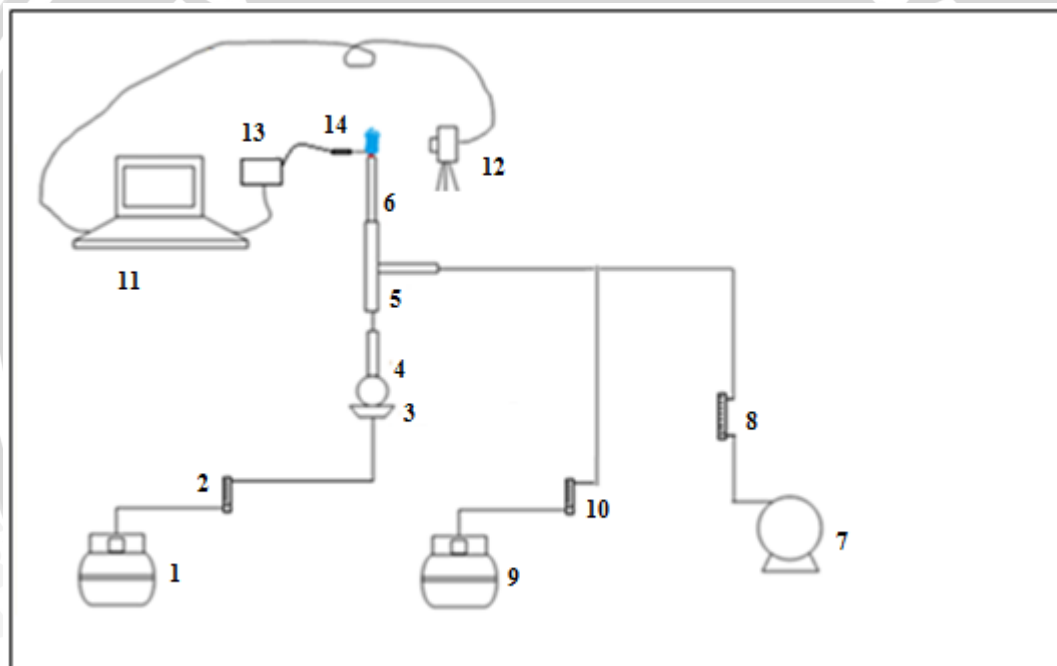
- LPG A
- Selang
- Kompor
- Ketel uap
- Timbangan elektrik

➤ Langkah kerja :

1. Siapkan semua peralatan penelitian.
2. Pastikan ketel uap terisi minyak jarak pagar.
3. Pasang peralatan dengan teliti dan benar agar tidak terjadi kesalahan.
4. Timbang massa minyak jarak pagar pada volum 175 ml dengan menggunakan timbangan elektrik. Didapatkan massa minyak jarak pada saat dingin sebesar 156.65 gr.
5. Buka regulator LPG A, atur debit LPG A dengan *flow meter* dan nyalakan kompor kemudian tunggu hingga minyak jarak pagar menguap.

6. Pada saat mulai terjadi penguapan, catat volum minyak jarak. Didapatkan volum minyak jarak pada saat mulai terjadi penguapan sebesar 220 ml. Kemudian timbang minyak jarak pagar saat itu dengan menggunakan timbangan elektrik. Didapatkan massa minyak jarak sebesar 156.65 gr.
  7. Hitung densitas minyak jarak dengan massa 156.65 gr dan volum sebesar 220 ml. Didapatkan densitas minyak jarak sebesar 0.71 gr/ml.
  8. Untuk mengakhiri pengujian, kurangi debit LPG A pada *flow meter* hingga angka nol. Kemudian tutup regulator LPG A dan lepas regulator LPG A.
  9. Percobaan selesai.
3. Penelitian

Gambar 3.16 menunjukkan skema instalasi penelitian ini :



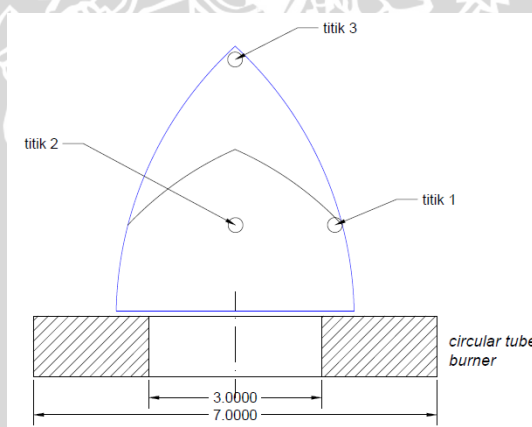
Gambar 3.16 Skema instalasi penelitian

Keterangan :

- |                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. LPG A.                    | 8. <i>Flow meter</i> udara. |
| 2. <i>Flow meter</i> LPG.    | 9. LPG B.                   |
| 3. Kompor gas.               | 10. <i>Flow meter</i> LPG.  |
| 4. Ketel minyak jarak pagar. | 11. Laptop.                 |
| 5. <i>Mixing chamber</i> .   | 12. Kamera.                 |
| 6. <i>Burner</i> .           | 13. <i>Data logger</i> .    |
| 7. Kompresor udara.          | 14. <i>Thermocouple</i> .   |

Langkah penelitian :

1. Siapkan semua peralatan penelitian.
2. Pasang peralatan dengan benar dan teliti seperti yang ditunjukkan Gambar 3.16 agar tidak terjadi kesalahan.
3. Pastikan ketel uap terisi minyak jarak pagar.
4. Buka regulator LPG A, atur debit LPG A dengan *flow meter* sesuai yang ditentukan. Nyalakan kompor gas kemudian tunggu hingga minyak jarak pagar menguap.
5. Buka regulator LPG B, atur debit LPG B sesuai yang ditentukan dengan *flow meter* LPG B.
6. Nyalakan kompresor, atur debit udara dari kompresor mulai dari 0 ml/min sampai *blow off* dengan kelipatan 50 ml/min menggunakan *flow meter* udara.
7. Nyalakan api pada *burner*, kemudian foto api tersebut dan catat data debit LPG, debit udara, dan temperatur api. Temperatur api diukur pada titik-titik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.17.



Skala : 1:1

Satuan : mm

Gambar 3.17 Skema titik pengambilan data temperatur api

Keterangan gambar :

No. 1 : tepi api pada jarak 2 mm dari *burner*.

No. 2 : tengah api (sumbu *burner*), pada jarak 2 mm dari *burner*.

No. 3 : ujung api

8. Untuk mengakhiri pengujian, kurangi debit LPG A, LPG B dan udara pada *flow meter* hingga mencapai angka nol. Tutup regulator LPG A dan LPG B kemudian matikan kompresor.

9. Percobaan selesai.

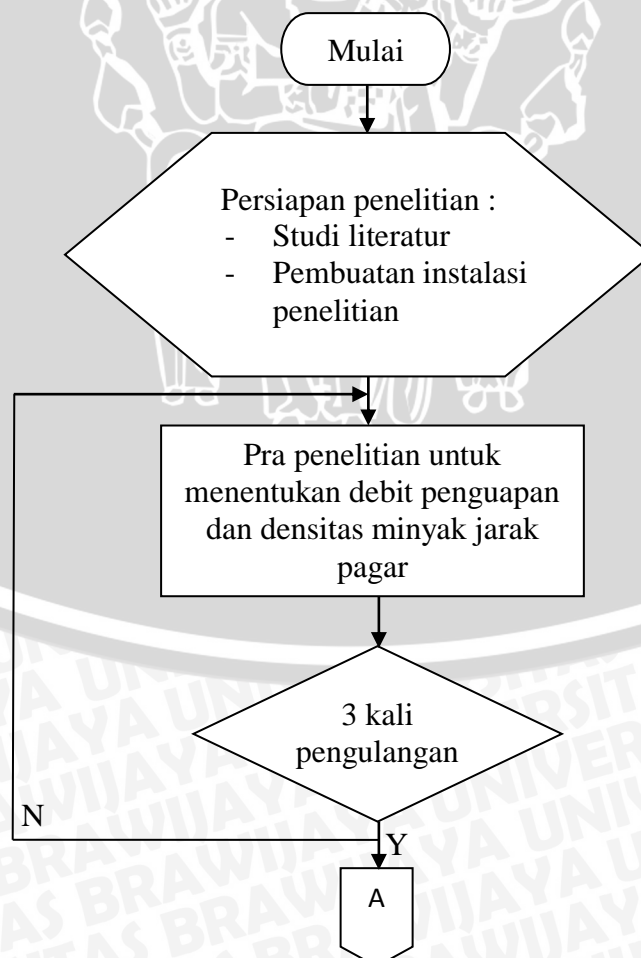
### 3.5. Metode Pengolahan data

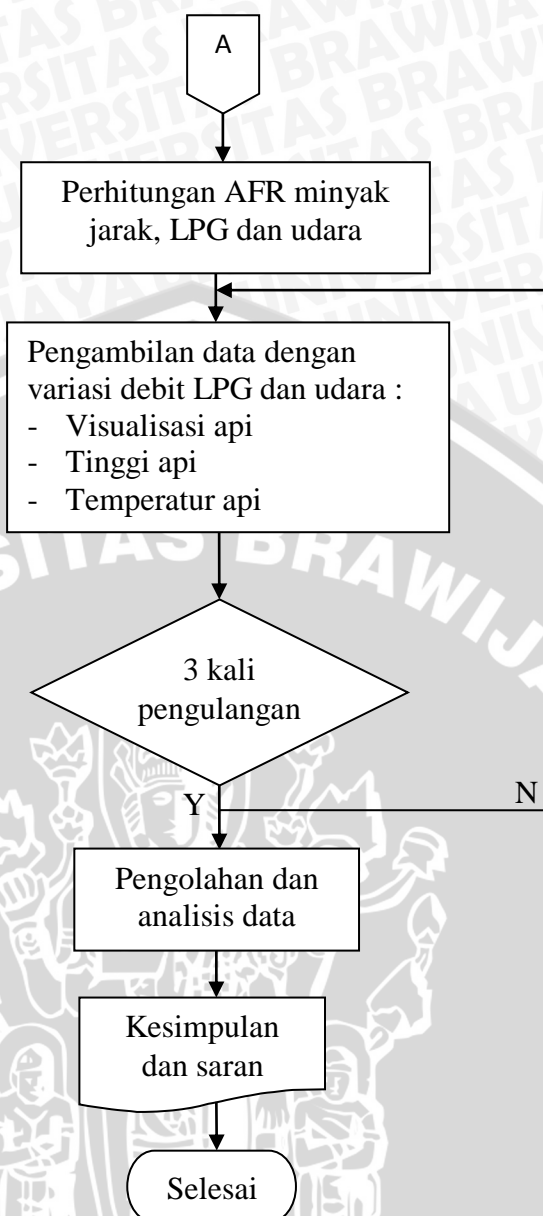
Hasil proses pembakaran *premixed* uap minyak jarak, LPG dan udara berupa foto dan data temperatur api. Foto - foto tersebut lalu diolah dengan menggunakan *software Microsoft Word 2007* sehingga didapatkan gambar apinya saja. Gambar hasil dari *Microsoft Word* tersebut, kemudian disusun berjajar sehingga akan tampak karakteristik pembakarannya saat mulai terbentuk hingga padam.

Untuk perhitungan kecepatan pembakaran dan tinggi api, gambar api yang telah dihasilkan kemudian dimasukkan ke dalam *software Autocad 2010* sehingga dapat diketahui sudut api dan tinggi api. Kemudian dengan menggunakan *software Excel* akan diperoleh tabel kecepatan pembakaran dan tinggi api yang kemudian dibuat grafik hubungan-hubungan yang dicari.

### 3.6. Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian kali ini dapat dilihat pada gambar 3.18 berikut :





Gambar 3.18 Diagram Alir Penelitian