

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode penelitian eksperimental. Metode ini mengidentifikasi data hubungan sebab akibat dari satu atau lebih variabel terikat dengan melakukan manipulasi variabel bebas pada suatu keadaan yang terkendali (variabel kontrol).

### 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini pada bulan Maret hingga Mei 2016 dan dilaksanakan di Laboratorium Motor Bakar Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

### 3.3 Variabel Penelitian

Ada tiga variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

#### a. Variabel bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau menyebabkan timbulnya perubahan pada variabel terikat. Variabel bebas yang dibahas pada penelitian ini yaitu :

- Variasi tekanan (*gauge*) ruang bakar: 0 bar, 2 bar, 4 bar.
- Kadar campuran minyak hidrolisis kemiri sunan dengan minyak diesel (*solar*) : 0%, 25%, 50%, 75%, 100%. Sebagai contoh : Campuran minyak total 100% sama dengan 100 ml, ketika pada campuran 75% maka terdapat minyak hidrolisis kemiri sunan sebesar 75% (75 ml) dan minyak diesel (*solar*) sebesar 25% (25 ml).

#### b. Variabel terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang timbul sebagai akibat langsung dari manipulasi dan pengaruh variabel bebas. Variabel terikat yang dibahas pada penelitian ini yaitu :

- Visualisasi nyala api.
- *Burning rate*.
- *Ignition delay*.
- Temperatur pembakaran.

c. Variabel terkontrol

Variabel terkontrol merupakan variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan.

Variabel terkontrol yang dibahas pada penelitian ini yaitu :

Temperatur ruang uji bakar : 25 °C - 30°C.

Daya elemen pemanas : 100 watt.

### 3.4 Alat-alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk tempat mencampur dan mengukur volume minyak hidrolisis kemiri sunan dan minyak diesel (solar) sehingga didapatkan ukuran volume minyak yang sesuai sebagai bahan penelitian.

2. Alat pembentuk *droplet*

Alat pembentuk *droplet* ini digunakan untuk membentuk tetesan (*droplet*) campuran minyak hidrolisis kemiri sunan dengan minyak diesel (solar). Gambar alat pembentuk *droplet* dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alat pembentuk *droplet*.

Spesifikasi:

- Merk : PPLS
- Kapasitas tabung : 10  $\mu\text{l}$
- Buatan : Jepang

3. *Heater*

*Heater* digunakan sebagai pemanas pada *droplet* campuran minyak hidrolisis kemiri sunan dengan minyak diesel (solar), yang bertujuan agar *droplet* tersebut dapat terbakar dan menimbulkan visualisasi nyala api.

4. *Transformator*

*Transformator* digunakan untuk menyesuaikan dan menyalurkan energi listrik yang digunakan pada *heater*.

Spesifikasi:

- Tegangan masuk : 220V
- Tegangan keluar : 20V
- Kapasitas arus : 5A

#### 5. *Data Logger*

*Data logger* digunakan sebagai perekam dan penyimpan data yang didapatkan dari sinyal yang dikirim oleh sensor *thermocouple*. Data dari *data logger* dapat dilihat atau dianalisa melalui laptop. Gambar alat *data logger* dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Data logger*.

Spesifikasi:

- Merk : Advantech
- Tipe : USB - 4718
- Aplikasi yang digunakan : WaveScan 2.0

#### 6. *Thermocouple*

*Thermocouple* digunakan untuk mengukur perubahan temperatur campuran minyak hidrolisis kemiri sunan dengan minyak diesel (solar) serta api yang terjadi saat pengujian.

Spesifikasi :

- Tipe : K
- Diameter : 0,3 mm
- Material : Ni-Cr dan Ni-Al
- Interval Suhu : 0°C -1370°C
- Sensivitas : 40,6  $\mu\text{V}/^\circ\text{C}$

### 7. Laptop

Laptop digunakan untuk menampilkan data dari *data logger* yang kemudian dapat disimpan, diolah atau dianalisa.

Spesifikasi:

- Merk : Toshiba satellite M645-s4045
- Prosesor tipe : Intel Core i3-350M (2,26 GHz)
- RAM : 4 GB
- Ukuran Layar : 14 inch
- *Operation System* : *Windows 10 Pro*

### 8. Kamera

Kamera digunakan sebagai dokumentasi dan melihat nyala api saat proses pembakaran *droplet* terjadi.

Spesifikasi:

- Merk : Nikon
- *Type* : D3300
- *Max video capture* : MPEG-4 1920 x 1080 (60fps)

### 9. Kompresor

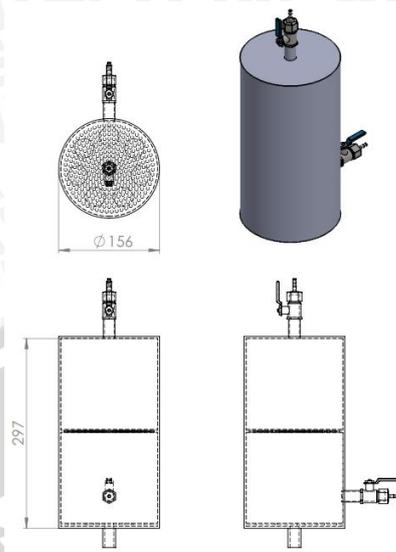
Kompresor digunakan untuk menyalurkan udara bertekanan ke dalam ruang uji.

Spesifikasi:

- *Electric Power* : 750 Watt
- *Horse Power* : 1 HP
- *Speed Engine* : 2800 rpm
- *Max. Pressure* : 8 Bar
- *Tank Capacity* : 25 liter
- *Flow rate* : 145 liter/minute

### 10. Pengering Udara

Pengering udara digunakan untuk mengeringkan udara bertekanan yang dihasilkan oleh kompresor sebelum masuk ke dalam ruang uji bakar. Gambar alat pengering udara dapat dilihat pada Gambar 3.3.



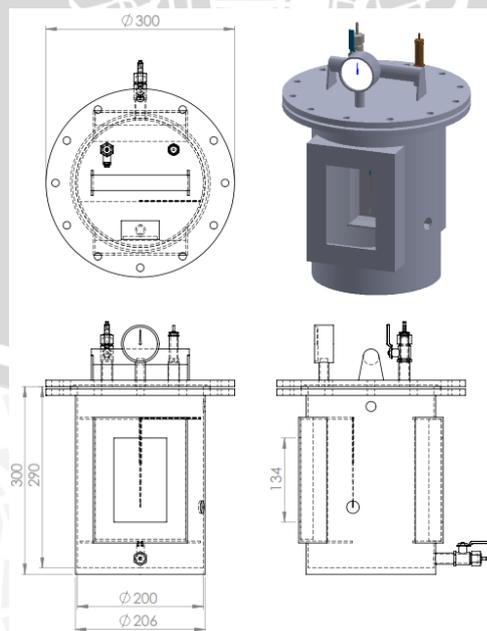
Gambar 3.3 Pengering Udara.

11. *Pressure gauge*

*Pressure gauge* digunakan untuk mengukur besarnya tekanan dalam ruang uji bakar.

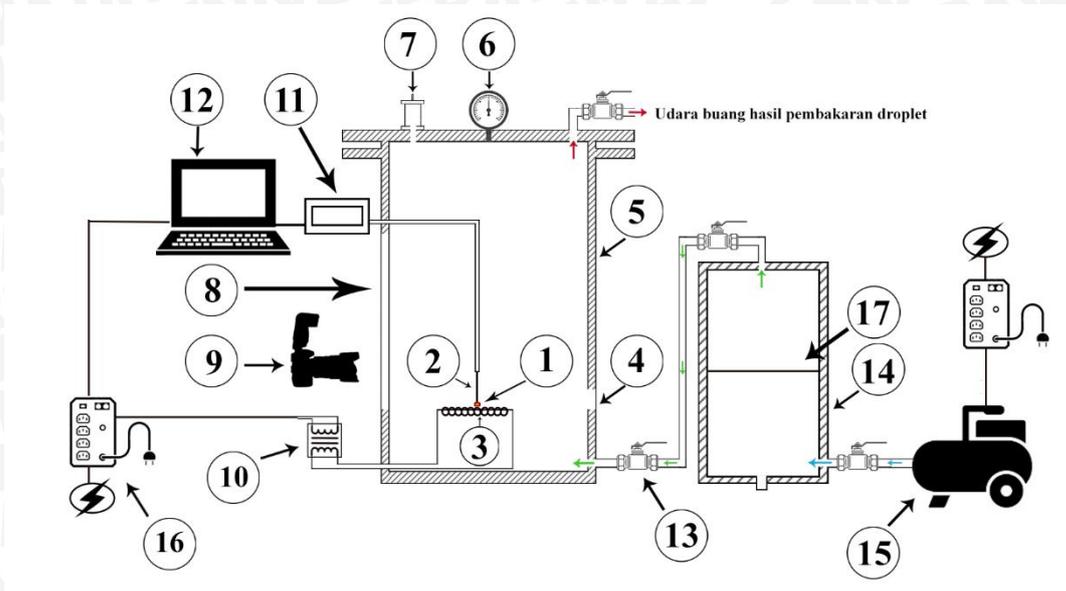
12. Ruang uji bakar *droplet*

Ruang uji bakar *droplet* digunakan untuk pengujian pembakaran *droplet* campuran minyak hidrolisis kemiri sunan dengan minyak diesel (solar) dalam ruangan bertekanan. Gambar alat ruang uji bakar *droplet* dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 Ruang uji bakar.

### 3.5 Skema Instalasi Penelitian



Gambar 3.5 Skema instalasi penelitian.

Peralatan di atas kemudian disusun seperti pada Gambar 3.5 skema instalasi penelitian.

Keterangan gambar :

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| 1. <i>Droplet</i>                                 | 9. Kamera                         |
| 2. <i>Thermocouple</i> tipe K                     | 10. <i>Transformation</i> AC      |
| 3. <i>Heater</i>                                  | 11. <i>Data Logger</i>            |
| 4. Lubang untuk membentuk <i>droplet</i>          | 12. Laptop                        |
| 5. Ruang Uji Bakar                                | 13. <i>Air Cock</i>               |
| 6. Pengukur Tekanan ( <i>Pressure Gauge</i> )     | 14. Pengering Udara               |
| 7. Katup Pengaman ( <i>Safety Valve</i> )         | 15. Kompresor                     |
| 8. Lubang untuk merekam pembakaran <i>droplet</i> | 16. <i>Power Supply</i>           |
|   | 17. <i>Filter</i> Pengering Udara |
- : Udara pembuangan hasil pembakaran *droplet* dari ruang uji bakar *droplet*
- : Udara kering bertekanan keluar dari pengering udara menuju ruang uji bakar *droplet*
- : Udara bertekanan masuk dari kompresor

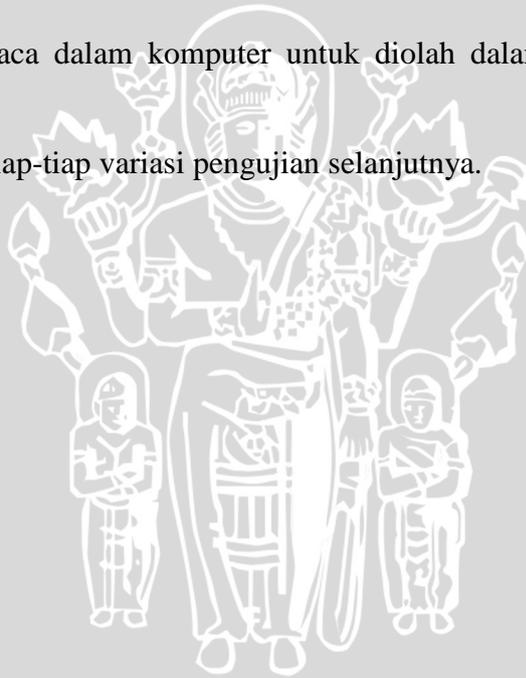
Pada skema penelitian, penelitian dimulai dari mempersiapkan peralatan sesuai skema kemudian dilanjutkan dengan meletakkan kamera (nomer 9) pada tempat yang telah direncanakan. Kemudian nyalakan laptop (nomer 12) dan pasang *data logger* (nomer 11) pada laptop, jalankan aplikasi *data logger* pada laptop pastikan agar data dari *thermocouple* (nomer 2) terbaca. Bentuk *droplet* (nomer 1) melalui lubang yang telah tersedia (nomer 4) pada ruang uji bakar dan sentuhkan pada ujung *thermocouple*. Nyalakan kompressor (nomer 15) dan buka katup katup (nomer 13) pada kompressor, pengering udara (nomer 14) dan ruang uji bakar agar udara bertekanan yang telah ditentukan dapat masuk ke ruang uji bakar (nomer 5). Nyalakan trafo (nomer 10) agar *heater* (nomer 3) dapat menyala. Nyalakan kamera dan *heater* secara bersamaan, matikan *heater* setelah *droplet* terbakar dan matikan kamera saat *droplet* padam. Buka katup buang pada ruang uji bakar agar udara hasil pembakaran *droplet* dapat keluar dan suhu ruang uji bakar dapat kembali sesuai yang diinginkan.

### 3.6 Prosedur Pengambilan Data Penelitian

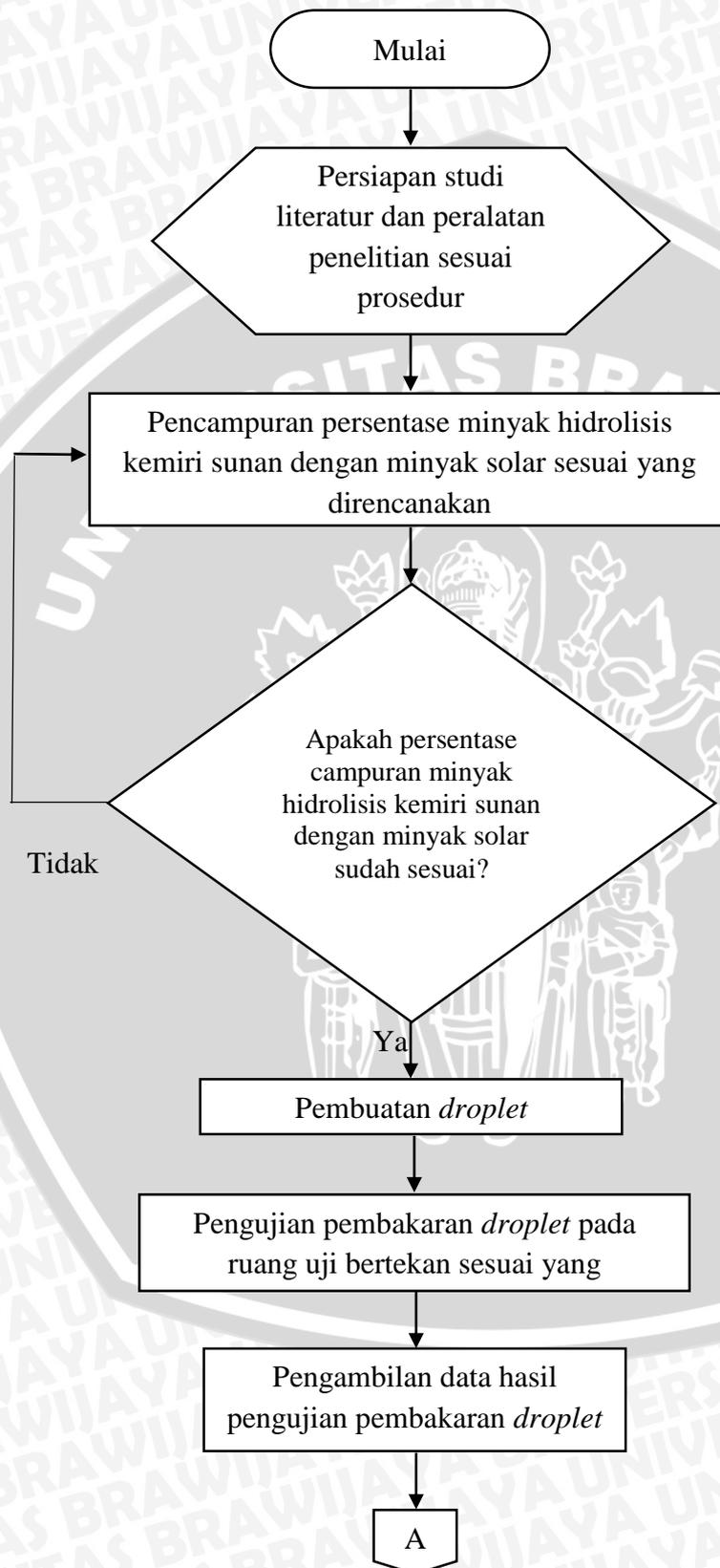
Prosedur yang dilakukan saat pengambilan data penelitian, yaitu:

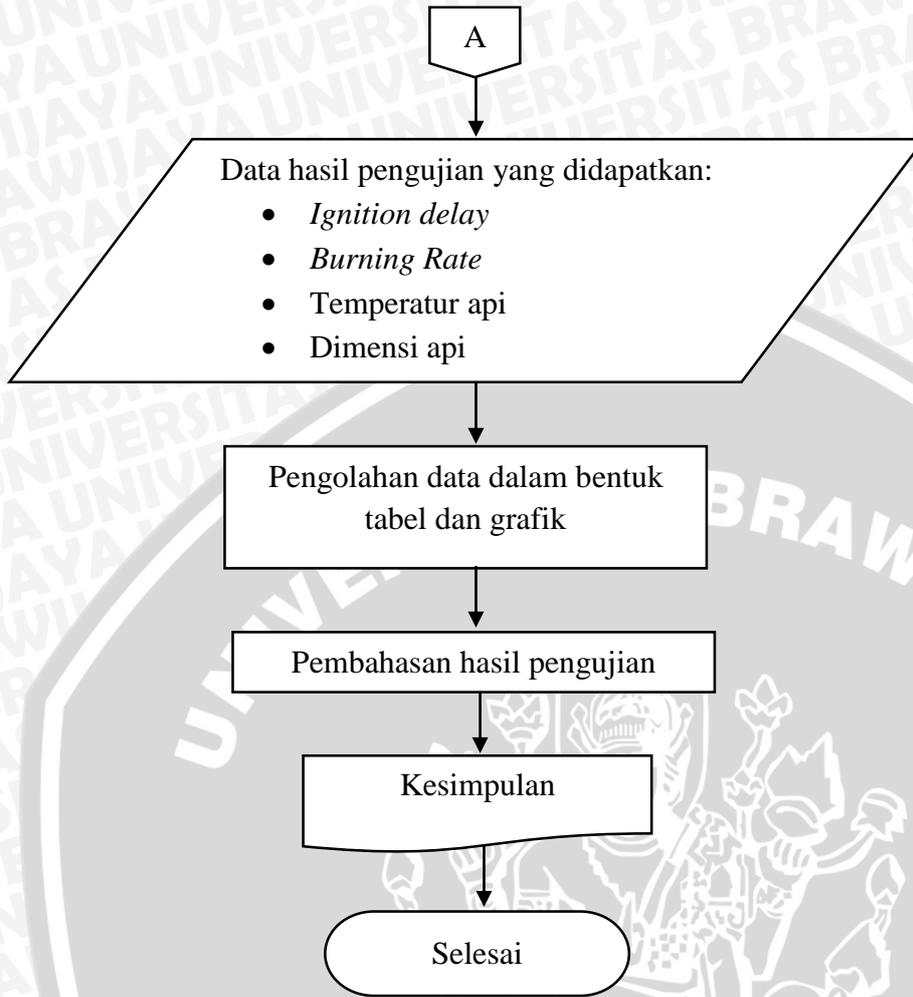
- Proses pembuatan *droplet* campuran minyak hidrolisis kemiri sunan dengan minyak diesel (solar) dalam ruang uji bakar bertekanan.
  1. Campurkan minyak hidrolisis kemiri sunan dengan minyak diesel (solar) dengan kadar konsentrasi minyak hidrolisis kemiri sunan sebesar 0%, 25%, 50%, 75%, 100%.
  2. Masukkan campuran minyak hidrolisis kemiri sunan dengan minyak diesel (solar) dalam alat suntik pembentuk *droplet*.
  3. Masukkan alat pembentuk *droplet* ke lubang ruang uji, atur banyaknya *droplet* yang dikeluarkan dan kemudian tekan kepala alat pembentuk *droplet* hingga terbentuk *droplet* pada ujung jarum suntik.
  4. Pastikan ujung jarum suntik pembentuk *droplet* kering, sebelum membuat *droplet* selanjutnya.
- Prosedur pengambilan data
  1. Atur dan rangkai peralatan penelitian sesuai dengan skema instalasi yang telah direncanakan.
  2. Letakkan kamera pada tempat yang sesuai agar dapat melihat *droplet* dengan jelas hingga ujung *thermocouple* terlihat jelas pada layar.

3. Pasang *data logger* pada laptop dan *thermocouple*.
4. Jalankan aplikasi *data logger* pada laptop, agar data dari *thermocouple* dan *data logger* dapat terbaca.
5. Bentuk *droplet* pada ujung jarum suntik, sentuhkan pada ujung *thermocouple* dan tutup alat pembuat *droplet*.
6. Nyalakan kompresor, dan buka katup udara pada kompresor dan alat uji pembakaran *droplet*. Kemudian alirkan udara hingga tekanan ruang uji bakar sesuai dengan yang diinginkan.
7. Ambil gambar *droplet* sebelum terbakar.
8. Nyalakan kamera dan *heater* secara bersamaan.
9. Matikan *heater* setelah *droplet* terbakar dan hentikan proses merekam setelah api pada *droplet* padam.
10. Simpan data yang terbaca dalam komputer untuk diolah dalam bentuk tabel maupun grafik.
11. Ulangi prosedur untuk tiap-tiap variasi pengujian selanjutnya.



### 3.7 Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.6 Diagram alir penelitian.