

BAB III

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode eksperimental (*experimental research*) dimana dilakukan pengamatan secara langsung pada objek yang diteliti. Data - data yang diperoleh nantinya diolah dan dibandingkan hasilnya dengan hipotesa.

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Proses penelitian dilakukan sejak bulan April 2014 sampai dengan Juni 2014, bertempat di Laboratorium Mesin - mesin Fluida Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel - variabel yang digunakan pada penelitian ini dibagi menjadi 3 jenis yaitu variabel bebas, variabel terikat dan variabel kontrol.

1. Variabel bebas (*Independent variable*)

Pada penelitian ini variabel yang divariasikan sebagai variabel bebas adalah :

- Debit bahan bakar (Q_f)
- Debit udara (Q_a)

2. Variabel terikat (*dependent variable*)

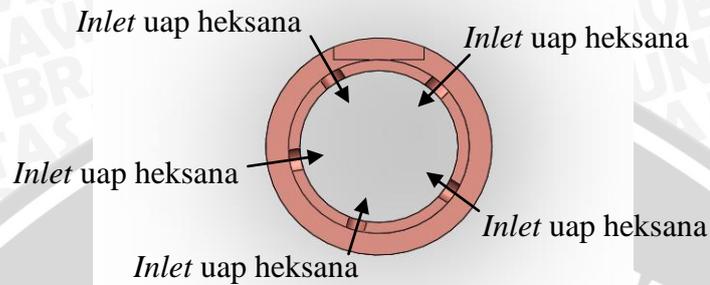
Variabel terikat merupakan variabel yang nilainya tergantung pada variasi variabel bebas, pada penelitian ini yang berperan sebagai variabel terikat antara lain :

- Batas stabilitas nyala api (*flammability limit*)
- Visualisasi bentuk nyala api
- Temperatur nyala api

3. Variabel kontrol (*control variable*)

Variabel kontrol merupakan variabel yang nilainya dijaga konstan selama proses penelitian, fungsinya sebagai pemberi batasan masalah agar penelitian tidak terlalu luas. Berikut adalah variabel kontrol yang nilainya dijaga tetap selama proses penelitian:

- Material *meso-scale combustor* menggunakan tembaga
- Lebar kanal pada dinding *meso-scale combustor* 2 mm
- Kedalaman kanal pada dinding *meso-scale combustor* 0,5 mm
- Jumlah lubang *inlet* uap heksana 5 buah terdapat pada posisi berikut

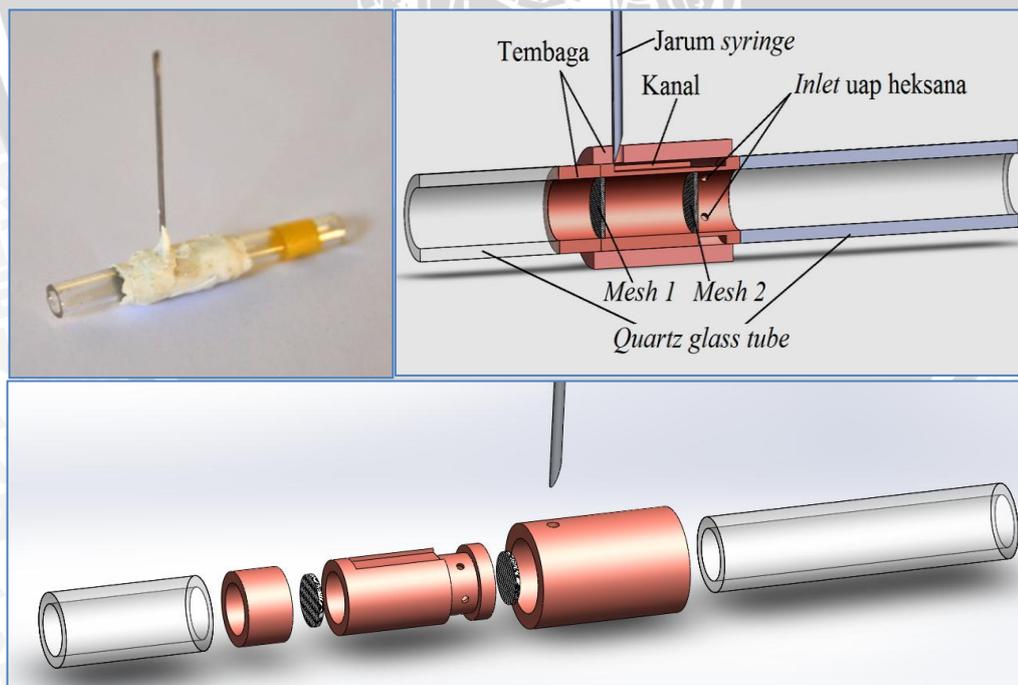


Gambar 3.1 Posisi lubang *inlet* uap heksana (tampak depan)

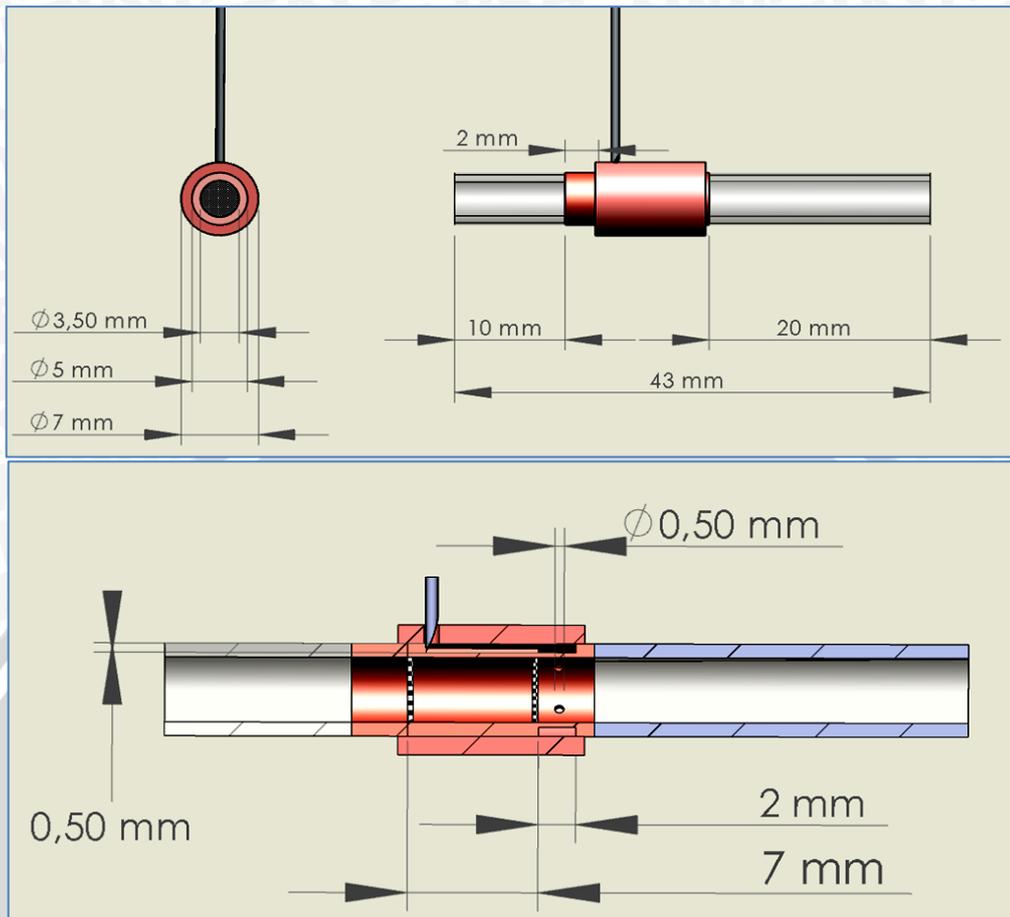
3.3 Peralatan Penelitian

1. *Meso-scale combustor* dengan *preheated multiple fuel inlet*

Meso-scale combustor merupakan alat utama yang digunakan pada penelitian ini, pada *meso-scale combustor* terjadi proses pembakaran dan api yang diamati. Foto dan konfigurasi *meso-scale combustor* secara detail dapat dilihat pada Gambar 3.2.



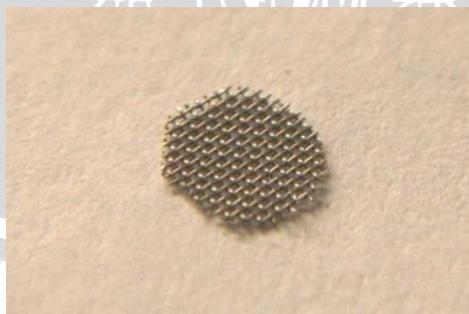
Gambar 3.2 Foto, *section view* dan *explode view* *meso-scale combustor*



Gambar 3.3 Dimensi *meso-scale combustor*

2. Wire mesh

Wire mesh berfungsi sebagai *flame holder* dan meningkatkan *heat recirculation* ke reaktan yang belum terbakar. *Wire mesh* tersebut terbuat dari *stainless steel* dengan spesifikasi 60 *mesh/inch*.



Gambar 3.4 *Wire mesh*

3. Lem keramik

Lem keramik berfungsi sebagai penyambung antara *quartz glass tube* dan tembaga pada *meso-scale combustor*, selain itu lem keramik juga berfungsi

6. LPG

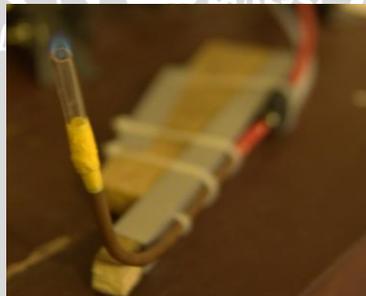
LPG (Liquified Petroleum Gas) Berfungsi sebagai bahan bakar *burner*, Kandungan utama dari *LPG* adalah propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}) dengan rasio perbandingan (50 : 50).



Gambar 3.8 *LPG*

7. Burner

Berfungsi sebagai alat pemanas awal (*preheating*) pada *meso-scale combustor*. Pembakaran pada *burner* terjadi dengan metode *premixed* yaitu mencampurkan bahan bakar *LPG* dan udara menggunakan *Y connector*. Sehingga api hasil pembakaran pada *burner* lebih laminer dan tidak menimbulkan jelaga.



Gambar 3.9 *Burner*

8. Combustor holder

Digunakan sebagai penyangga *meso-scale combustor*



Gambar 3.10 *Combustor holder*

9. Kompresor

Kompresor merupakan penyuplai udara pembakaran (*oxidizer*) pada *meso-scale combustor* maupun *burner*, udara yang digunakan adalah udara bebas (*ambient air*).



Gambar 3.11 Kompresor

Spesifikasi:

- Merk : Wipro
- *Series No* : 121105802
- *Power* : 1 HP
- *Voltage* : 220 V
- *Nett Weight* : 22 kg
- *Outlet pressure* : 0,8 Mpa
- Kapasitas tangki : 24 litre
- *Rated speed* : 2850 rpm

10. Heksana

Digunakan sebagai bahan bakar pada *meso-scale combustor*.



Gambar 3.12 Heksana

11. Flow meter

Digunakan untuk mengukur debit udara pada *burner*, debit bahan bakar (LPG) pada *burner* serta debit udara yang masuk pada *meso-scale combustor*.



Gambar 3.13 Flow meter

Spesifikasi:

Flow meter udara

- Merk : Kofloc
- Series : RK-1250
- Jenis : *Flow meter* udara
- Tekanan kerja : 0,1 Mpa
- *Maximum flow* : 500 ml/min
- *Minimum flow* : 50 ml/min
- Skala terkecil : 5 ml/min

Flow meter Bahan bakar

- Merk : Kofloc
- Series : RK-1250
- Jenis : *Flow meter* propana (C₃H₈)
- Tekanan kerja : 0,1 Mpa
- *Maximum flow* : 20 ml/min
- *Minimum flow* : 2 ml/min
- Skala terkecil : 0,5 ml/min

12. Pisco tube dan Y connector

Pisco tube berfungsi sebagai saluran pengalir udara dan bahan bakar, warna putih digunakan untuk udara dan warna merah untuk bahan bakar (LPG).

Sedangkan *Y connector* berfungsi untuk percabangan yang mempertemukan udara dan bahan bakar.



Gambar 3.14 *Pisco tube* dan *Y connector*

15. Regulator LPG

Digunakan untuk mengalirkan bahan bakar keluar dari tabung LPG.



Gambar 3.15 Regulator LPG

16. Kamera dan Lensa makro

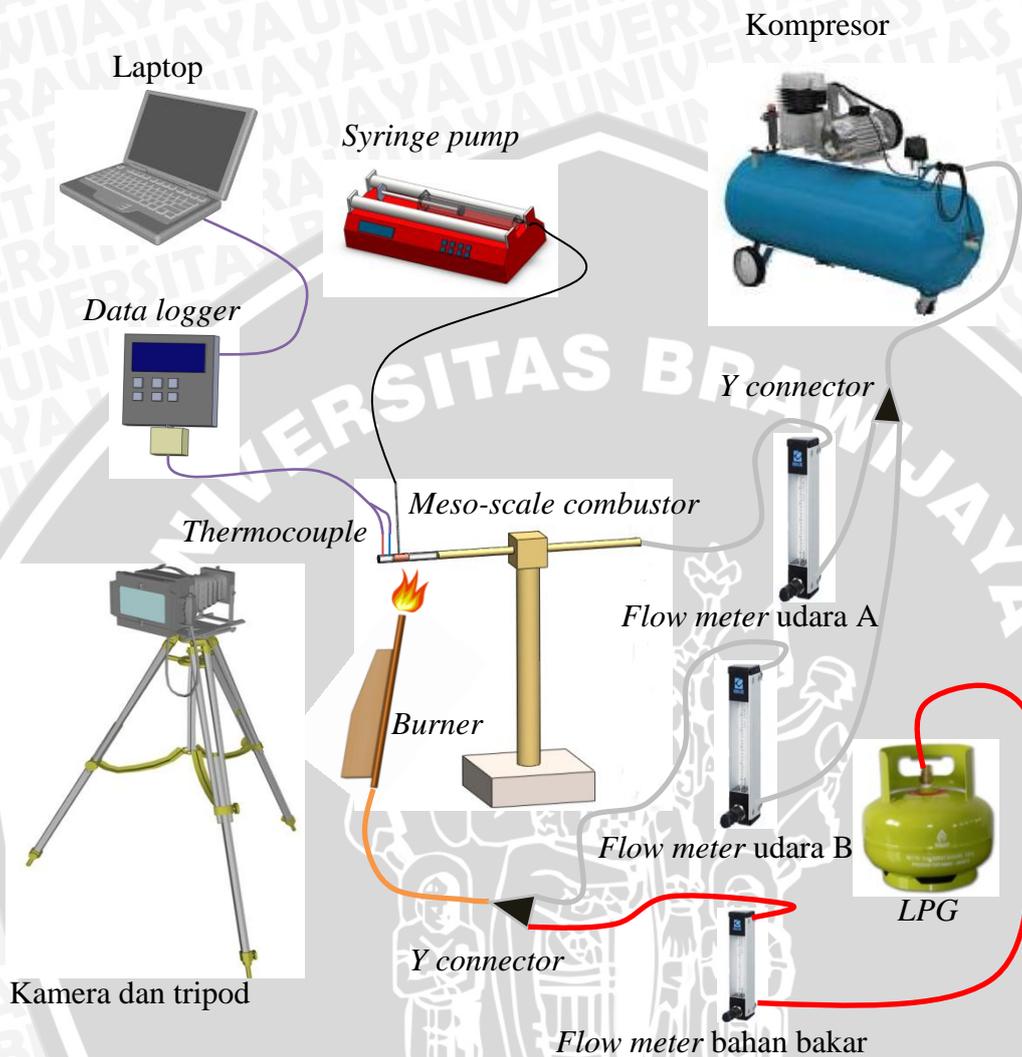
Kamera berfungsi untuk mengambil gambar visualisasi nyala api. Sedangkan lensa makro berfungsi untuk memperbesar objek yang tertangkap oleh lensa kamera agar visualisasi nyala api bisa tampak lebih jelas.



Gambar 3.16 Kamera dan lensa makro

3.4 Skema Instalasi Penelitian

Rangkaian peralatan penelitian dapat digambarkan dalam skema seperti Gambar 3.17 dibawah ini



Gambar 3.17 Skema instalasi alat penelitian

Keterangan :

- — Kabel elektrik
- — Saluran bahan bakar Heksana
- — Saluran bahan bakar LPG
- — Saluran Udara (*oxidizer*)
- — Saluran campuran udara dan bahan bakar

Dari skema diatas ditunjukkan rangkaian peralatan yang digunakan pada penelitian ini. Bahan bakar *meso-scale combustor* menggunakan heksana dialirkan ke *combustor* menggunakan *syringe pump*, pada *syringe pump* dapat diatur debit bahan

bakar yang memasuki *combustor* hingga ketelitian 0,01 ml/hr. Sedangkan udara sebagai *oxidizer* disuplai ke *combustor* melalui kompresor, debit udara dapat diatur menggunakan *flow meter* udara A.

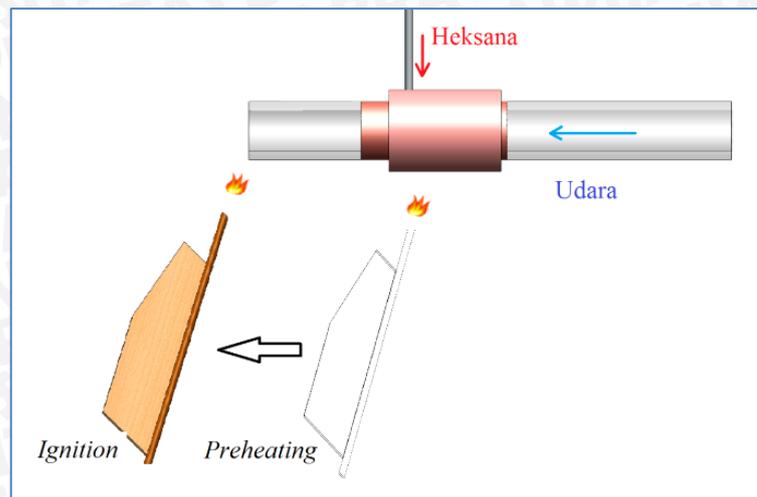
Sedangkan untuk *burner* suplai udaranya sama dengan *meso-scale combustor* yaitu dari kompresor, bedanya debit udara untuk *burner* diatur menggunakan *flow meter* udara B. Sedangkan bahan bakar *burner* menggunakan LPG yang debitnya diatur menggunakan *flow meter* bahan bakar. Pencampuran udara dan bahan bakar pada *burner* terjadi di *Y connector*.

Kamera pada skema tersebut berfungsi sebagai pengambil gambar visualisasi bentuk nyala api. Sedangkan untuk pengambilan data temperatur nyala api menggunakan rangkaian *thermocouple*, rangkaian tersebut terdiri dari *thermocouple*, *data logger* dan laptop. *Data logger* berfungsi untuk mengolah data mentah temperatur yang terbaca oleh *thermocouple* agar dapat ditampilkan pada layar laptop.

3.5 Metode Pengambilan Data

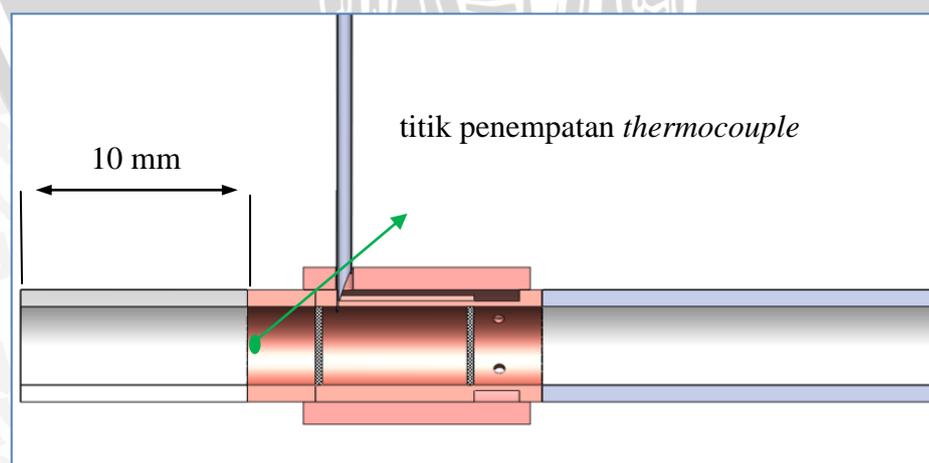
Urutan langkah - langkah untuk pengambilan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan *meso-scale combustor* dan memastikan tidak ada cacat fisik pada *meso-scale combustor*.
2. Melakukan *setting* peralatan sesuai dengan skema pada Gambar 3.17
3. Membuka katup pada regulator LPG dan katup pada kompresor.
4. Menyalakan api pada *burner* sekaligus mengatur rasio campuran LPG dan udara menggunakan *flow meter* hingga kondisi stoikiometri.
5. Mengatur debit udara yang memasuki *meso-scale combustor* menggunakan *flow meter*.
6. Mengatur debit bahan bakar (heksana) menggunakan *Syringe pump*.
7. Melakukan preheating dengan memanaskan *meso-scale combustor* kemudian menyalakan api dengan cara mendekatkan *burner* ke depan mulut *meso-scale combustor*. Untuk lebih mudahnya dapat dilihat pada Gambar 3.18 berikut.



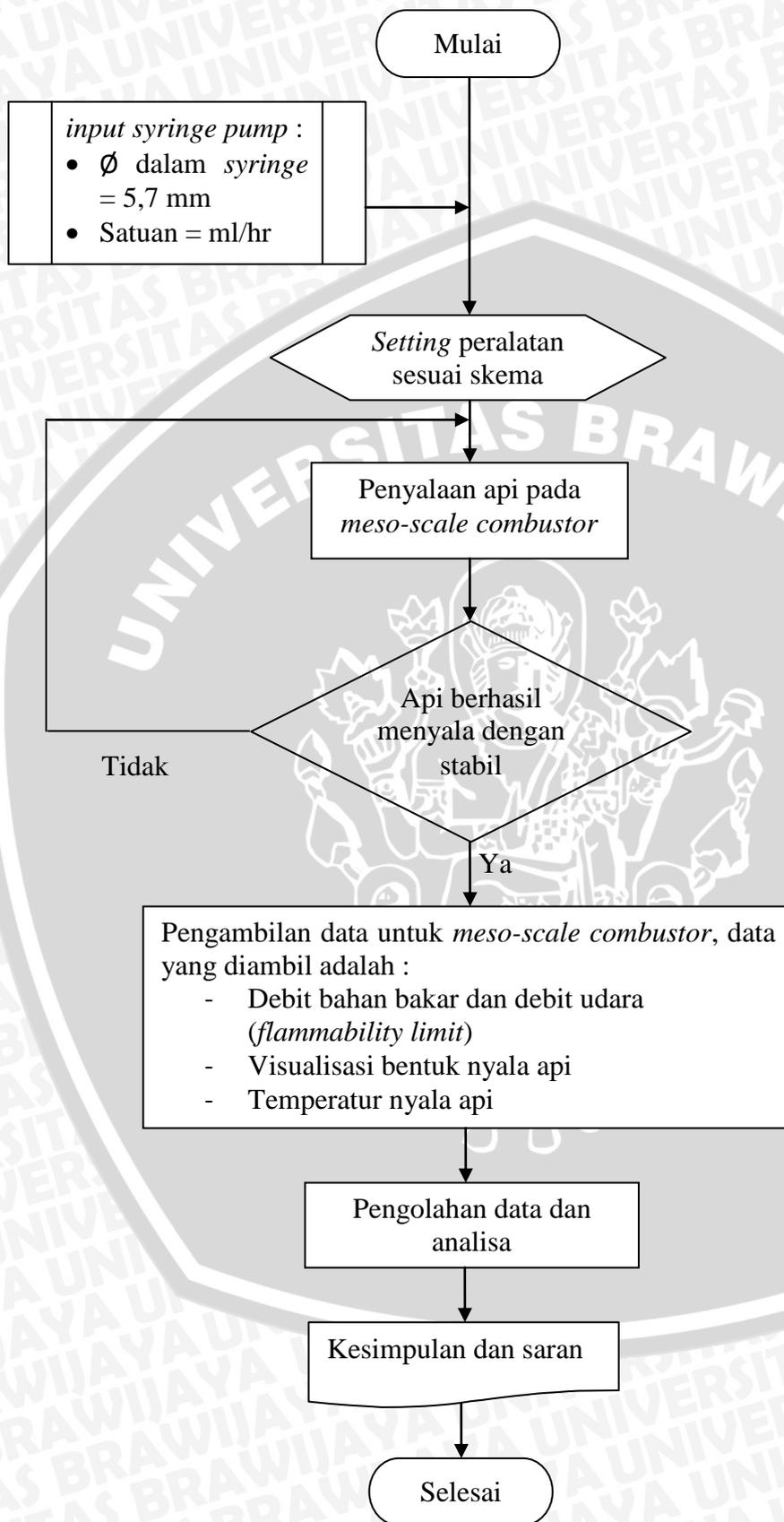
Gambar 3.18 Metode penyalaan api pada *meso-scale combustor*

8. Untuk pengambilan data *flammability limit* diamati apakah api bisa menyala stabil lebih dari 3 menit atau tidak.
9. Catat nilai - nilai debit udara dan bahan bakar ketika api pada *meso-scale combustor* mampu menyala dengan stabil serta tetap menempel pada *mesh* selama 3 menit atau lebih.
10. Untuk pengambilan gambar visualisasi bentuk nyala api dilakukan dengan menggunakan kamera berlensa makro. Sudut pengambilan gambar diambil dari depan mulut *combustor*.
11. Untuk pengambilan data temperatur nyala api tempelkan *thermocouple* pada *meso-scale combustor* dan baca data yang ditampilkan pada laptop. Titik penempatan *thermocouple* dapat dilihat pada Gambar 3.19 berikut.



Gambar 3.19 Metode pengambilan temperatur api pada *meso-scale combustor*

3.6 Diagram Alir penelitian



Gambar 3.20 Diagram alir penelitian