

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian eksperimental nyata (*true experimental research*) yang langsung digunakan ke objek yang diteliti. Dari hasil penelitian didapatkan data-data yang kemudian diplot dalam suatu diagram sehingga membentuk suatu pola kecenderungan tertentu yang nantinya dapat dibandingkan dan diambil suatu kesimpulan tentang objek yang diteliti.

3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2013 sampai dengan Mei 2014, bertempat di Laboratorium Mesin-mesin Fluida Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang.

3.3 Variabel Penelitian

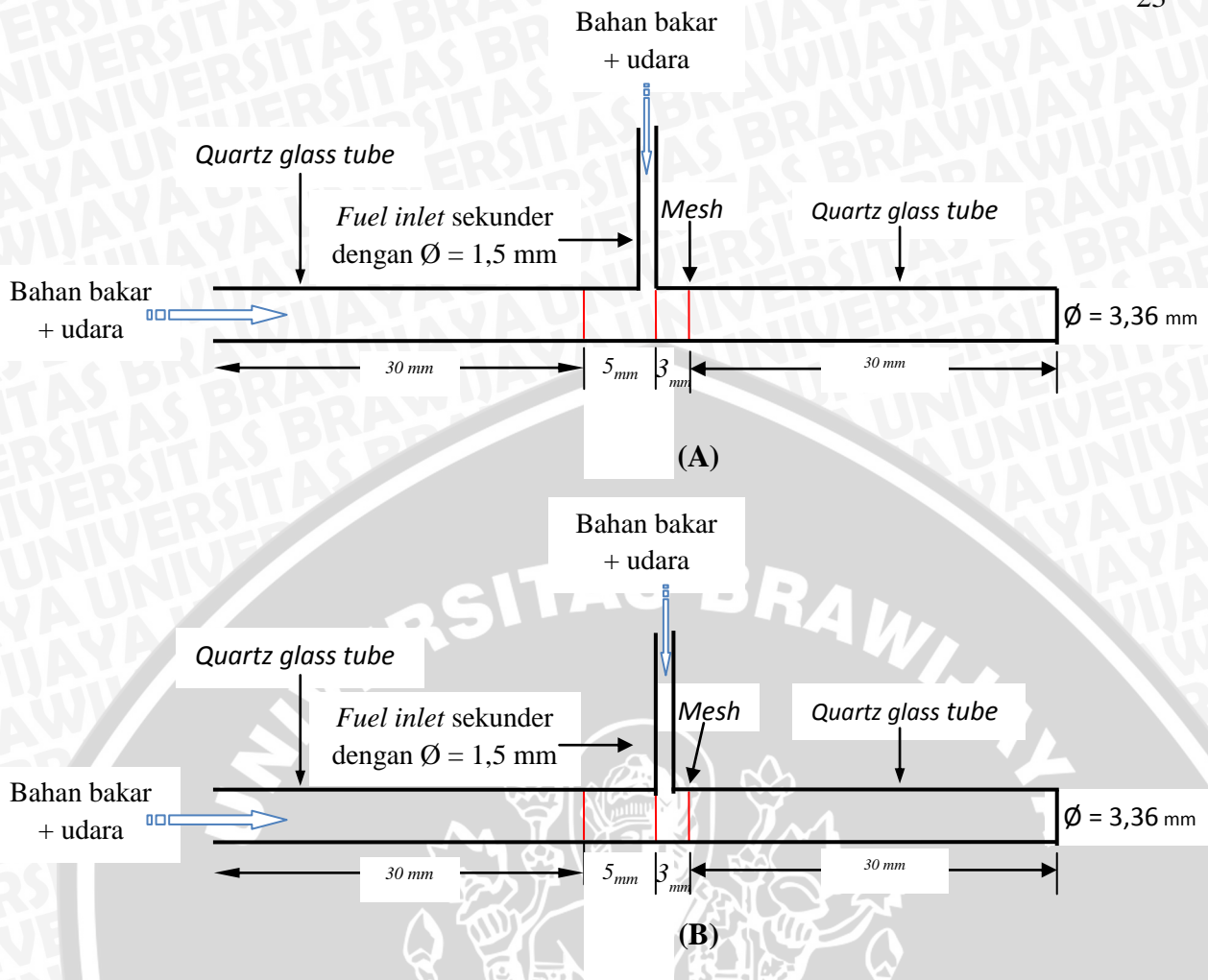
Variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

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 yaitu

- posisi *fuel inlet* sekunder
- Debit bahan bakar pada *fuel inlet* sekunder
- Debit udara pada *fuel inlet* sekunder

Adapun skema *combustor* dengan variasi posisi *fuel inlet* sekunder, ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Variasi posisi *fuel inlet* sekunder : (A) *Meso-Scale Combustor* jenis I dan (B) *Meso-Scale Combustor* jenis II

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 :

- a. Visualisasi nyala api.
- b. *Flammability limit*.

3. Variabel terkontrol

Parameter yang dijaga tetap selama pengujian adalah rasio ekuivalen (Φ) dan kecepatan reaktan pada *fuel inlet* primer. Pengambilan data dilakukan pada kondisi :

Rasio ekuivalen (Φ) = 1 dan V_{primer} sebesar 26, 36, dan 42 cm/det. Dengan kecepatan reaktan yang berubah-ubah diharapkan dapat ditemukan *combustor*

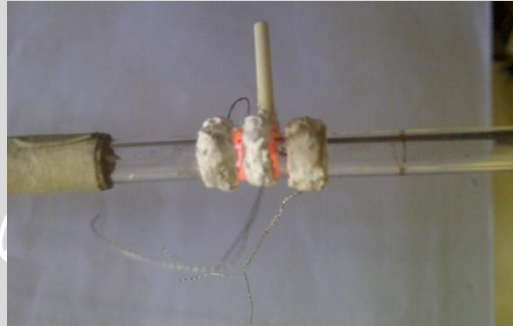
dengan *flammability limit* yang luas. Hal ini diperoleh dari pengamatan pemadaman (*extinguish*) api berdasarkan besaran kecepatan reaktan dimana api stabil dalam *combustor*.

3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah :

1. *Meso scale-combustor* dengan dua *fuel inlet*

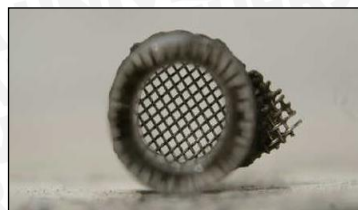
Meso scale-combustor pada *fuel inlet* primer dibuat dari material *quartz glass tube* (yang tahan temperatur tinggi) dengan ukuran diameter dalam 3.36 mm dan panjang 68 mm, sedangkan untuk *fuel inlet* sekunder terbuat dari material keramik. Detail *combustor* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 *Meso scale-combustor* dengan *double fuel inlet* dan *triple wire mesh*

2. *Wire mesh*

Pada penelitian kali ini *wire mesh* yang disisipkan berjumlah tiga buah yang terbuat dari *stainless steel* dengan spesifikasi *mesh 60*. Disisipkan dalam *meso-scale combustor* pada jarak 30mm, 33mm, dan 38mm dari ujung *combustor*. Peran dari *wire mesh* adalah sebagai *flame holder* dan meningkatkan *heat recirculation* ke reaktan yang belum terbakar. Detail *wire mesh* ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 *Wire mesh*

3. Kompresor

Alat ini digunakan untuk memampatkan udara (oksidator) sehingga menghasilkan udara bertekanan, kemudian mengalirkannya menuju saluran untuk dicampur dengan bahan bakar, sehingga pada saat masuk ke *meso-scale combustor* bahan bakar dan udara telah tercampur terlebih dahulu. Adapun spesifikasi kompresor ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 spesifikasi kompresor

DAYA/POWER	1 Hp / 0,745 KW
VOLTAGE	220 V
FREKUENSI	50 Hz
KECEPATAN PENGISIAN UDARA	150 liter/menit
TEKANAN TANGKI	8 bar / 115 Psi
KECEPATAN PUTARAN MESIN	2850 RPM
KAPASITAS TANGKI	8 liter
DIMENSI	51 x 22.5 x 45 cm
BERAT	15.5 kg

4. Bahan bakar + tabung bahan bakar

Gambar 3.4 menunjukkan tabung bahan bakar beserta bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan adalah LPG (*Liquified Petroleum Gas*)



Gambar 3.4 Tabung bahan bakar yang berisikan gas LPG

5. *Ignitor electric*

Gambar 3.5 merupakan alat yang digunakan untuk menyalakan api di daerah antara *wire mesh*, baik reaktan pada *fuel inlet* sekunder ataupun *fuel inlet* primer.



Gambar 3.5 *Ignitor electric*

6. *Flow meter* LPG dan udara

Flow meter digunakan untuk mengukur debit aliran bahan bakar atau udara (terlihat Gambar 3.6 sebelah kanan adalah *flow meter* bahan bakar dan Gambar 3.6 sebelah kiri adalah *flowmeter* udara).



Gambar 3.6 *Flow meter*

7. Kamera Nikon D40

Alat ini digunakan untuk mengambil atau merekam gambar dari nyala api hasil pembakaran yang terjadi, data yang diperoleh merupakan visualisasi nyala api dalam *combustor*. Adapun spesifikasinya ditunjukkan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Spesifikasi Nikon D40

EFFECTIVE PIXELS	6.1 million
IMAGE SENSOR	RGB CCD, 23.7 x 15.6 mm, 6.24 million total pixels: total pixels
IMAGE SIZE	L (3,008 x 2,000) / M (2,256 x 1,496) / S (1,504 x 1,000)
SENSITIVITY	200 to 1600 (ISO equivalent) in steps of 1 EV with additional setting one step over 1600
STORAGE MEDIA	SD memory card, SDHC compliant
LCD MONITOR	2.5-in., 230,000-dot, low-temp. polysilicon TFT LCD with brightness adjustment
EXPOSURE METERING	3D Color Matrix Metering II, Center-weighted and Spot Metering
EXPOSURE MODES	Digital Vari-program (Auto, Auto [Flash Off], Portrait, Landscape, Child, Sports, Close Up, Night Portrait), Programmed Auto [P] with flexible program; Shutter-Priority Auto [S]; Aperture-Priority Auto [A]; Manual [M]
INTERFACE	USB 2.0 (High-speed): Mass Storage and PTP selectable
POWER SOURCE	Rechargeable Li-ion Battery EN-EL9, charging voltage (Quick Charger MH-23), 7.4V DC, AC Adapter EH-5 (available separately; requires optional AC Adapter Connector EP-5)
DIMENSIONS	Approx. 126 x 94 x 64mm (5.0 x 3.7x 2.5 in.)
WEIGHT	Approx. 475g (1lb. 1oz.) without battery, memory card or body cap

8. *Combustor holder*

Digunakan untuk penyangga *combustor* dan penghubung antara *combustor* itu sendiri dengan saluran udara dan bahan bakar, baik pada *fuel inlet* sekunder ataupun *fuel inlet* primer.

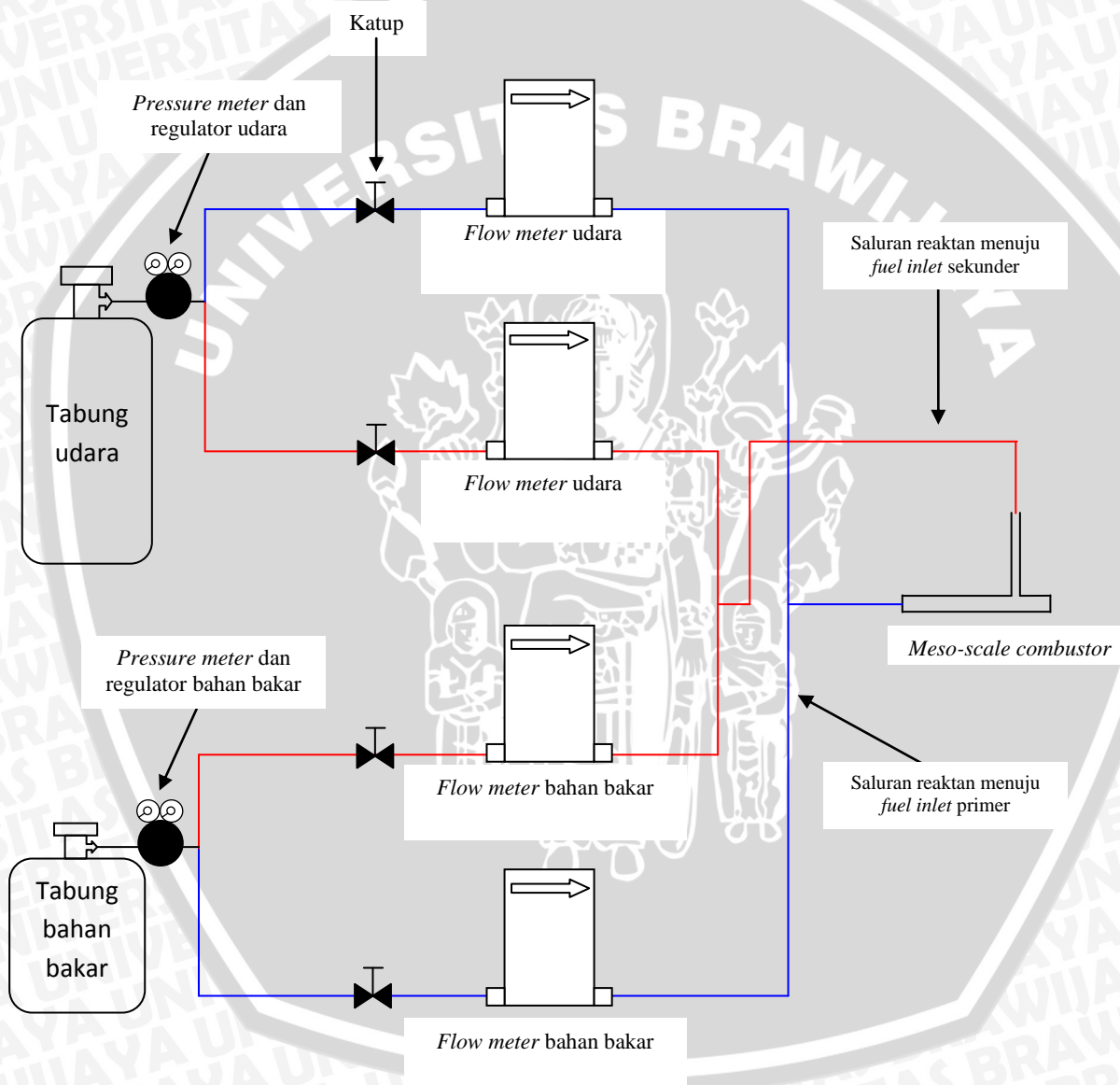
Gambar 3.7 *Combustor holder*

9. Komputer

Komputer digunakan untuk mengolah, menyimpan dan menampilkan data hasil pengukuran yg sudah dilakukan sebelumnya.

3.5 Skema Instalasi Penelitian

Instalasi alat yang digunakan dalam penelitian ini disusun menjadi instalasi yang dapat dilihat pada skema Gambar 3.8 :



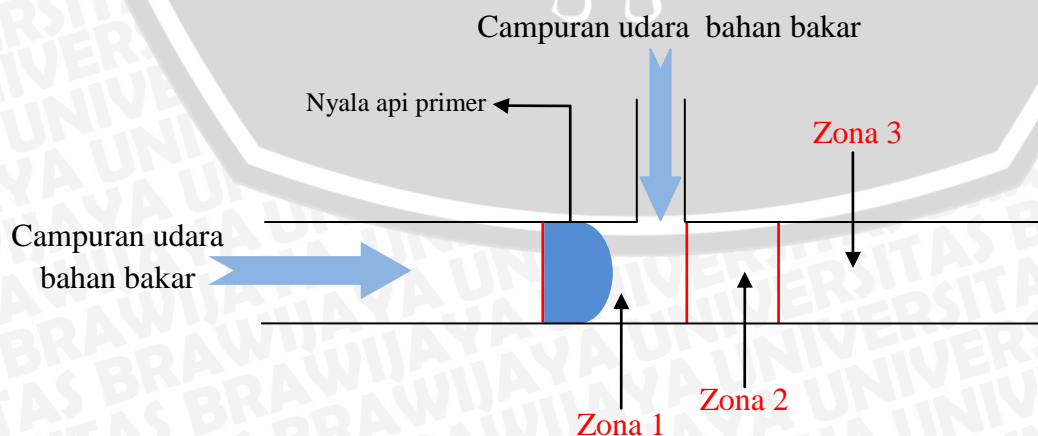
Gambar 3.8 Skema instalasi alat penelitian

Dari Gambar 3.8, terlihat skema alat yang digunakan untuk melakukan penelitian. Dalam skema tersebut terdapat *meso-scale combustor* dengan *double fuel inlet* dimana panjangnya 68 mm, material yang digunakan pada *fuel inlet* primer adalah *quartz glass tube* dengan diameter $\text{\O} 3,36$ mm dan untuk *fuel inlet* sekunder terbuat dari keramik dengan diameter $\text{\O} 1,5$. Bagian dalam *combustor* telah disisipkan tiga *wire mesh* yang terbuat dari *stainless steel* dengan spesifikasi *mesh 60*. Pada satu sisi di ujung *combustor* baik *fuel inlet* primer ataupun sekunder telah dihubungkan dengan dua saluran reaktan yang berbeda. Saluran reaktan tersebut akan disuplai oleh campuran bahan bakar dan udara yang telah ditampung sebelumnya pada masing-masing tabung penyimpanan, dimana tabung bahan bakar dan udara dilengkapi oleh *pressure meter* dan regulator. Bahan bakar yang digunakan adalah gas LPG (*liquified petroleum gas*). Debit udara dan bahan bakar yang disalurkan baik untuk *fuel inlet* primer ataupun sekunder akan diukur dan diatur besarnya oleh katup pada *flow meter* masing-masing saluran.

3.6 Metode Pengambilan Data

Langkah - langkah yang dilakukan untuk pengambilan data *flammability limit* adalah sebagai berikut:

1. Pasang *meso-scale combustor* jenis I pada instalasi penelitian.
2. Pada *fuel inlet* primer debit bahan bakar dan udara diatur dengan menggunakan *flow meter* udara dan bahan bakar. Aliran debit bahan bakar dan udara diatur sesuai dengan kondisi stoikiometri, rasio ekuivalen (Φ) = 1 dan kecepatan reaktan 26 cm/s pada debit bahan bakar 4,92 ml/menit dan debit udara 135,11 ml/menit. Setelah itu nyalakan api di daerah antara *wire mesh* pertama dan kedua, seperti ditunjukkan pada gambar 3.9



Gambar 3.9 Nyala api primer terletak diantara *mesh* pertama dan kedua

3. Alirkan bahan bakar dan udara untuk *fuel inlet* sekunder pada keadaan stoikiometri dengan debit reaktan sekecil kecilnya, hingga api sekunder dapat menyala stabil diantara *wire mesh* kedua dan ketiga di dalam *combustor*.
4. Turunkan kecepatan udara pada *fuel inlet* sekunder secara bertahap hingga api padam. Catat debit udara ($Q_{\text{udara Min}}$) saat api padam
5. Alirkan bahan bakar dan udara untuk *fuel inlet* sekunder pada keadaan stoikiometri dengan debit reaktan sekecil kecilnya, hingga api sekunder dapat menyala stabil diantara *wire mesh* kedua dan ketiga di dalam *combustor*. Kemudian debit udara dinaikan secara bertahap hingga terjadi api padam (*extinguish*). Catat debit udara ($Q_{\text{udara Max}}$) saat api padam.
6. Ulangi langkah no 3-5 untuk debit reaktan lebih besar pada *fuel inlet* sekunder dengan perubahan debit $\Delta Q = 1 \text{ mL/menit}$ dari debit sebelumnya sampai api tidak bisa distabilisasi dalam *meso-scale combustor*.
7. Mengulangi langkah no 2 – 6 untuk *meso-scale combustor* jenis I dengan V_{primer} sebesar 36 cm/s dan 42 cm/s. Kondisi ini diperoleh dengan mengatur kecepatan udara dan bahan bakar seperti pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Tabel nilai Q_{bb} , Q_{udara} dan kecepatan reaktan pada *fuel inlet* primer

No	V_{total} (cm/det)	Q_{bb} (mL/menit)	Q_{udara} (mL/menit)
1	26	4,92	135,11
2	36	6,96	189,37
3	42	8,01	217,86

8. Mengulangi langkah no 2 – 7 untuk *meso-scale combustor* jenis II

Langkah - langkah yang dilakukan untuk pengambilan data Visualisai nyala api adalah sebagai berikut:

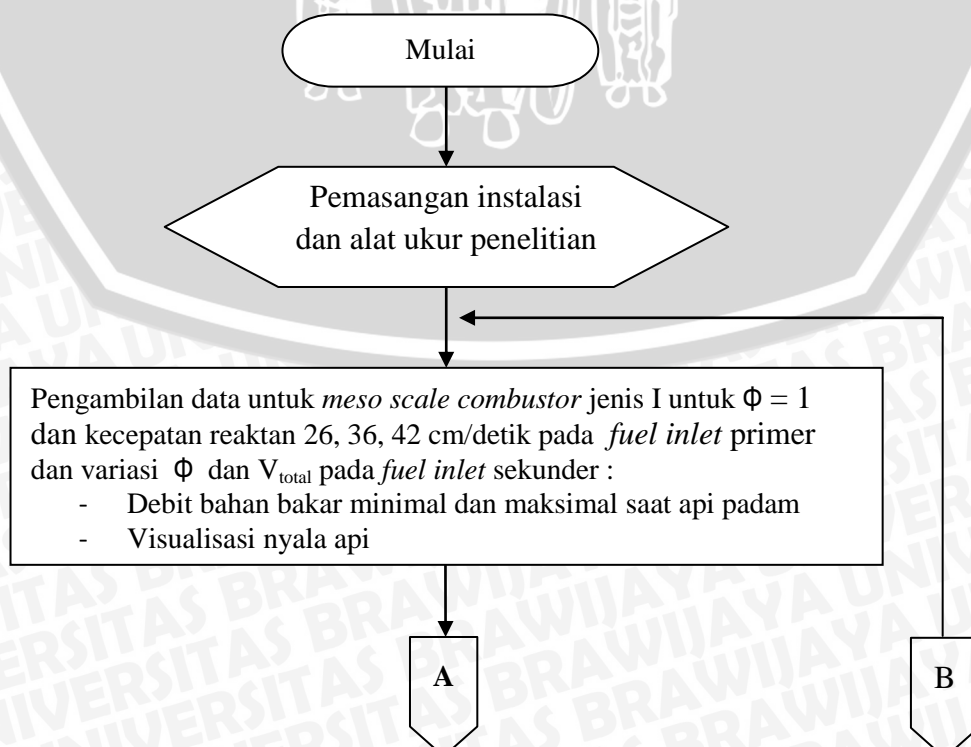
1. Nyalakan ke-2 api pada *downstream wire mesh* pertama dan *downstream wire mesh* ke-2 dimana reaktan dikondisikan pada $\Phi = 1$ dengan kecepatan reaktan primer 26 cm/detik dan kecepatan total reaktan sebesar 80 cm/detik dalam *combustor* jenis 1
2. Foto nyala api
3. Nyalakan ke-2 api pada *downstream wire mesh* pertama dan *downstream wire mesh* ke-2 dimana reaktan dikondisikan pada $\Phi = 1$ dengan kecepatan reaktan

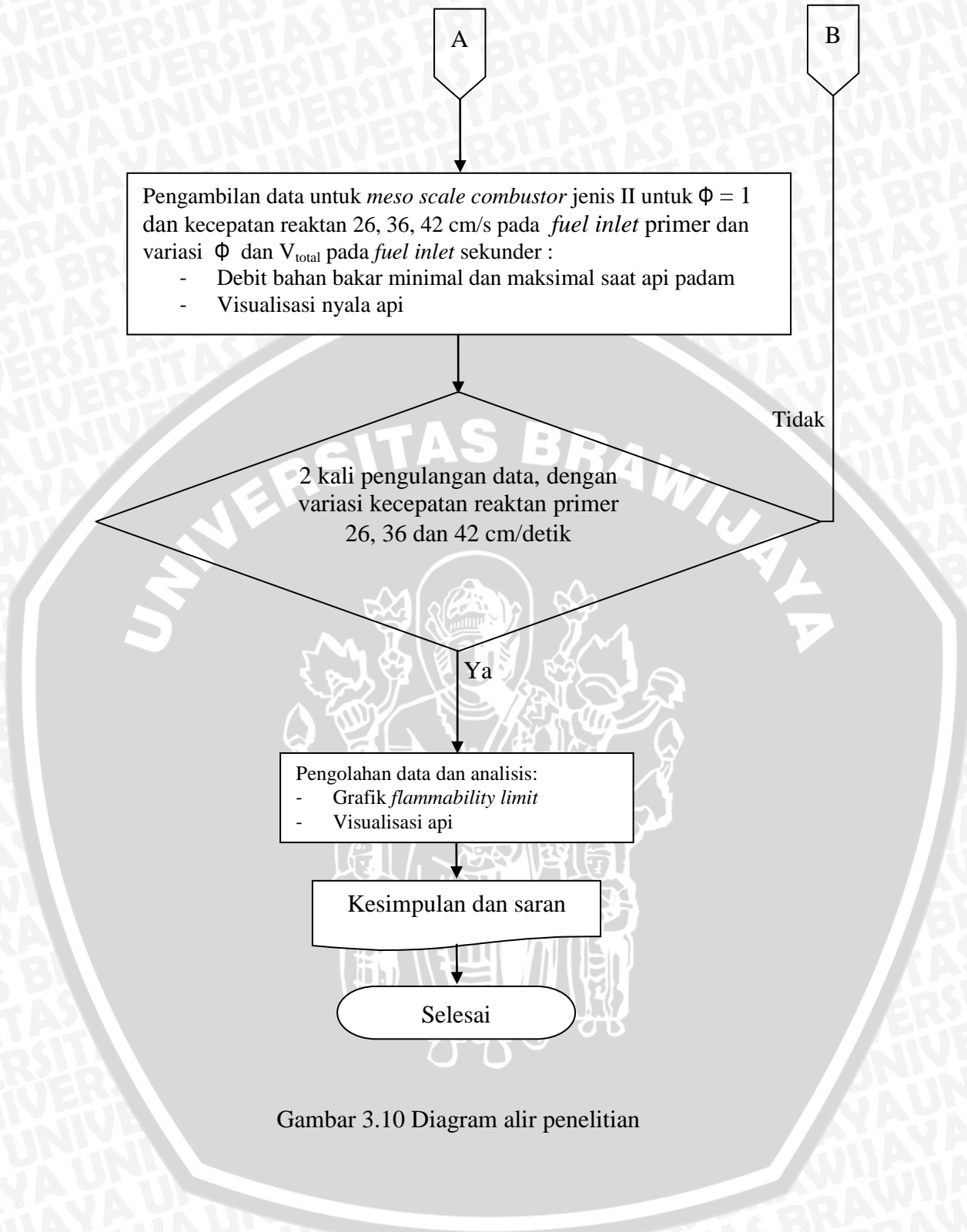
primer 26 cm/detik dan kecepatan total reaktan 100 cm/detik dalam *combustor* jenis 1

4. Foto nyala api
5. Nyalakan ke-2 api pada *downstream wire mesh* pertama dan *downstream wire mesh* ke-2 dimana reaktan dikondisikan pada $\Phi = 1$ dengan kecepatan reaktan primer 26 cm/detik dan kecepatan total reaktan 120 cm/detik dalam *combustor* jenis 1
6. Foto nyala api
7. Ulangi langkah 1-6 pada $\Phi = 1$ dengan kecepatan reaktan primer 36 dan 42 cm/detik dan kecepatan total reaktan 80, 100 dan 120 cm/detik
8. Nyalakan ke-2 api pada *downstream wire mesh* pertama dan *downstream wire mesh* ke-2 dimana reaktan dikondisikan pada $\Phi = 0,9$ dengan kecepatan reaktan primer 26 cm/detik dan kecepatan total reaktan 100 cm/detik dalam *combustor* jenis 1
9. Foto nyala api
10. Ulangi langkah 8-9 dengan perubahan $\Phi = 1,2$ dengan kecepatan reaktan primer 26, 36, dan 42cm/detik dngan kecepatan total reaktan 100 cm/detik dalam *combustor* jenis 1
11. Ulangi langkah 1-10 dengan *combustor* jenis 2

3.7 Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian kali ini dapat dilihat pada gambar 3.10 :





Gambar 3.10 Diagram alir penelitian

