

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 di plot dalam suatu diagram sehingga membentuk suatu pola kecenderungan tertentu yang nantinya dapat dibandingkan dan diambil suatu kesimpulan tentang objek yang diteliti.

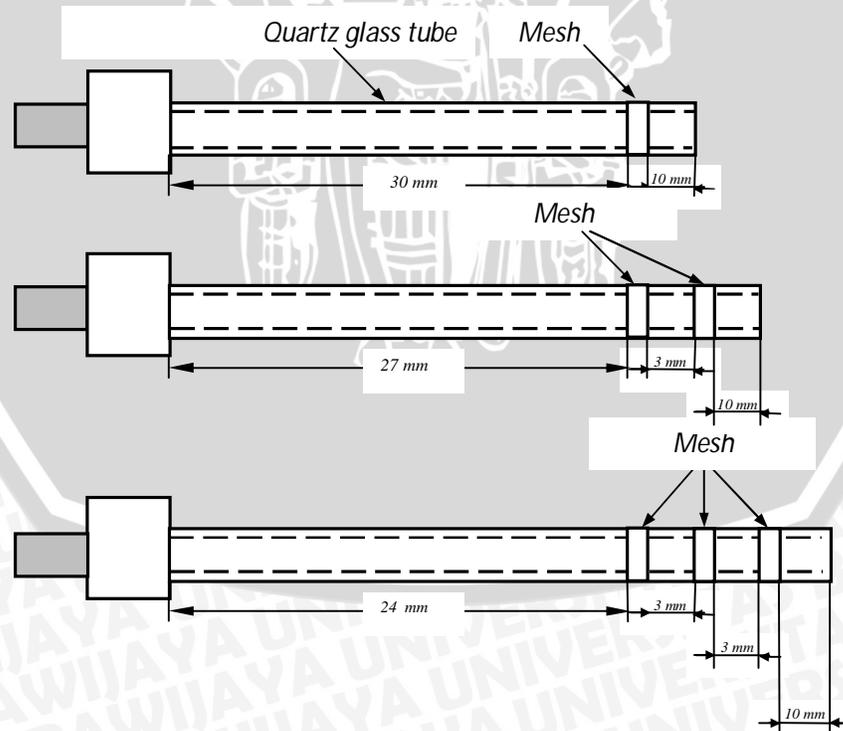
3.2 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan pada bulan 21 Oktober 2012 sampai dengan 28 Desember 2012, bertempat di Laboratorium Motor Bakar 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*)



Gambar 3.1 Meso-scale combustor dengan variasi jumlah wire mesh

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 jumlah *wire mesh* yaitu 1, 2, 3. Hal ini dimaksudkan agar daerah reaksi pembakaran semakin luas dan meningkatkan pemanasan awal reaktan sehingga dapat meningkatkan stabilitas api.

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. Batas kestabilan api dan *flammability limit*.
- c. Densitas pembangkitan energi.

3. Variabel terkontrol

Parameter yang dijaga tetap selama pengujian adalah jarak antar *wire mesh* 3 mm.

3.4 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah :

1. *Meso scale-combustor*

Meso scale-combustor dibuat dari material *quartz glass tube* (yang tahan temperatur tinggi) dengan ukuran diameter 3.5 mm dan panjang 40 mm. Instalasi *combustor* dapat dilihat pada gambar 3.1.

2. *Wire mesh*

Wire mesh terbuat dari *stainless steel* dengan spesifikasi 60 *mesh/inch*. Disisipkan dalam *meso-scale combustor* pada jarak 3 mm dari ujung *combustor* untuk *combustor* dengan *single wire mesh*. Mempunyai fungsi sebagai *flame holder* dan meningkatkan *heat recirculation* ke reaktan yang belum terbakar. Jumlah *wire mesh* akan divariasikan dalam *meso-scale combustor* dengan *multiple wire mesh*.



Gambar 3.2 Wire mesh

3. Kompresor

Alat ini digunakan untuk mengkompresi udara (oksidator) dan mengalirkannya menuju *Y-mixer* untuk dicampur dengan bahan bakar, kemudian mengalir ke *meso-scale combustor*.



Gambar 3.3 Kompresor

4. Heat resistant adhesive

Digunakan untuk menyambung/ menghubungkan bagian-bagian *meso-scale combustor*.

5. Combustor holder

Digunakan sebagai penyangga *combustor*.

6. Bahan bakar + tangki bahan bakar

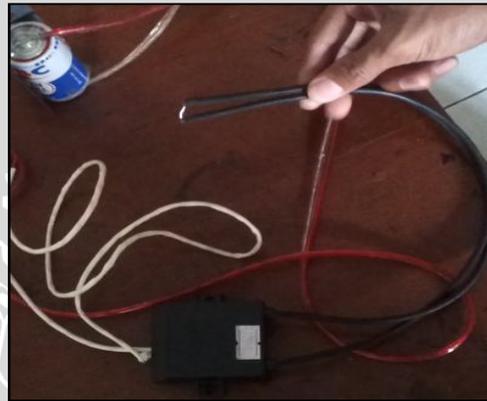
Digunakan bahan bakar LPG (*Liquified Petroleum Gas*).



Gambar 3.4 Tabung LPG

7. *Ignitor*

Alat ini digunakan menyalakan api dalam *combustor*.



Gambar 3.5 Ignitor

8. *Flowmeter* LPG dan udara

Flowmeter digunakan khusus untuk mengukur debit aliran bahan bakar (gambar sebelah kanan) dan udara (gambar sebelah kiri).



Gambar 3.6 *Flowmeter*

9. *Pressure meter* LPG dan udara

Alat ini digunakan untuk mengukur tekanan LPG dan udara.



Gambar 3.7 *Pressure meter* LPG

10. Kamera

Alat ini digunakan untuk mengambil atau merekam gambar api hasil pembakaran yang terjadi sehingga dapat digunakan untuk analisa visual.

Dengan data spesifikasi sebagai berikut:

- a. Merk : Sony Alpha-300
- b. Lensa : DT30 mm F2.8 Macro
- c. *ISO range* : Auto, 100 - 3200



Gambar 3.8 Kamera dan lensa makro

11. Komputer

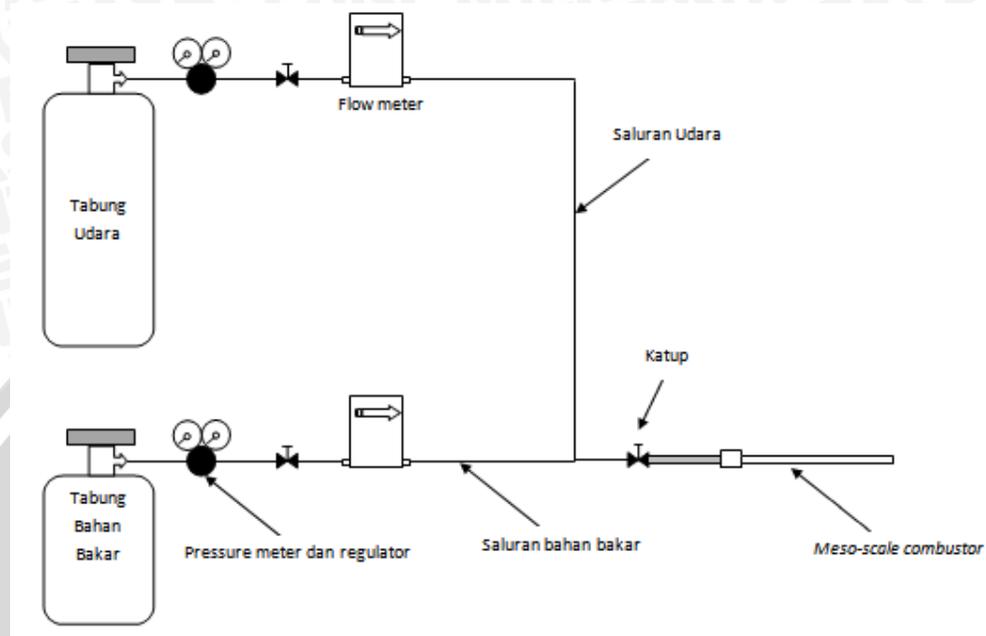
Komputer digunakan untuk mengolah, menyimpan dan menampilkan data hasil pengukuran dan pengambilan data.

12. *Flexible hoss*, katup dan klem.

Digunakan sebagai penghubung sistem saluran bahan bakar dan udara dari tangki penyimpanan ke ruang bakar.

3.5 Skema Instalasi Penelitian

Instalasi alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada skema di bawah ini :



Gambar 3.9 Skema instalasi alat penelitian

3.6 Metode Pengambilan Data

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

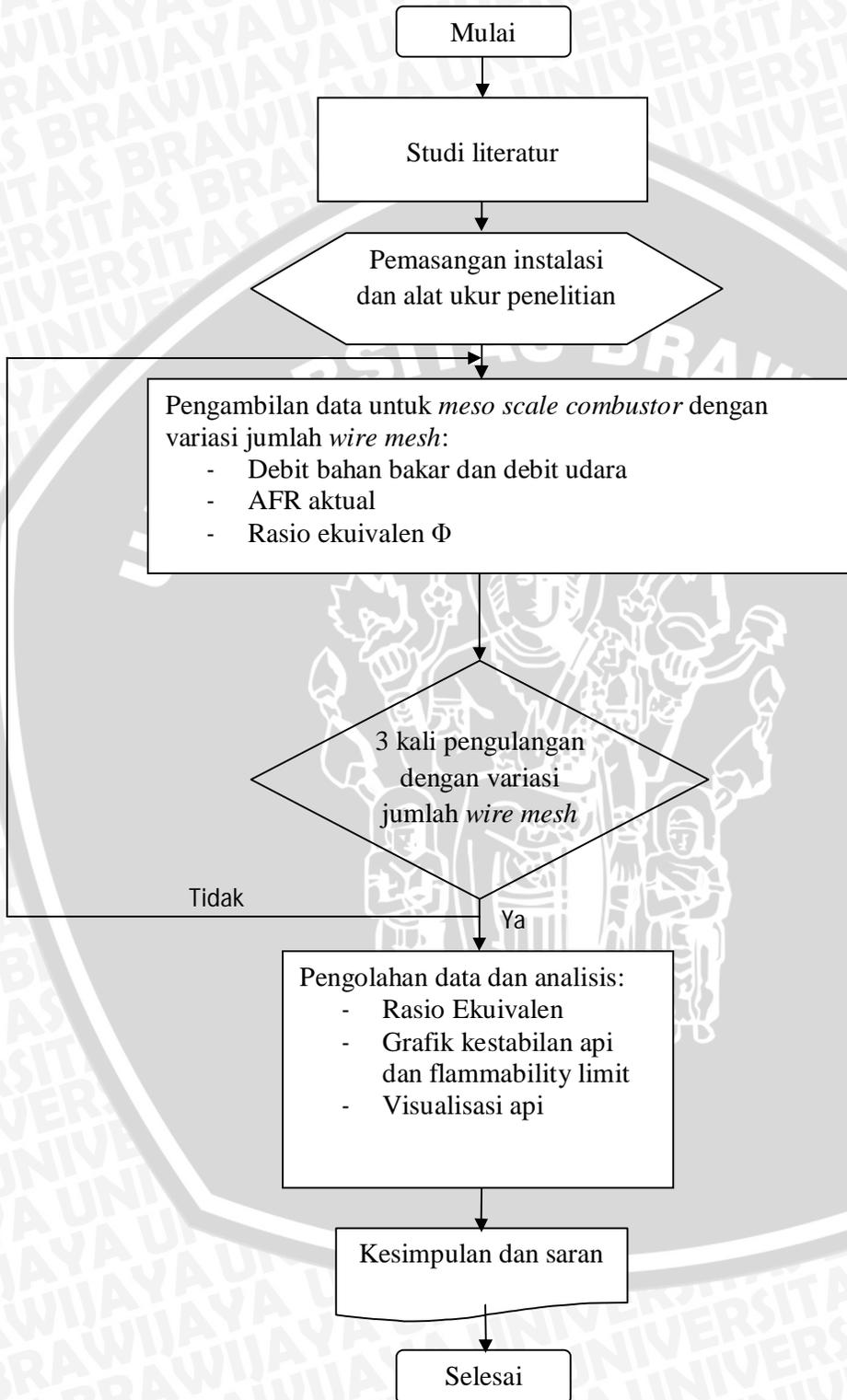
1. Pasang *meso-scale combustor* dengan 1 *wire mesh*.
2. Debit bahan bakar dan udara diatur dengan menggunakan *flow meter* udara dan bahan bakar.
3. Alirkan debit bahan bakar dan udara. Nyalakan api menggunakan pemantik elektrik.
4. Atur debit bahan bakar dan udara hingga api dapat distabilkan dalam *combustor*.
5. Atur debit bahan bakar pada 7 mL/ menit dengan debit udara menyesuaikan (kondisi kaya bahan bakar), ambil visualisasi api samping.
6. Naikkan debit udara dengan kenaikan interval 10 mL/menit dan ambil gambar visualisasi tampak sampingnya.
7. Naikkan terus debit udaranya hingga api padam.
8. Ulangi prosedur diatas dengan menaikkan debit bahan bakar yang lebih besar hingga api tidak dapat lagi distabilkan dalam *combustor*.

9. Lakukan visualisasi tampak depan untuk semua debit bahan bakar dan udara.
10. Lakukan prosedur serupa untuk *combustor* dengan *double* dan *triple wire mesh*.



3.7 Diagram Alir Penelitian

Alur penelitian kali ini dapat dilihat pada gambar 3.10 berikut:



Gambar 3.10 Diagram alir penelitian

3.8 Rencana Pengambilan Data

Hasil rekaman proses pembakaran pada *meso-scale combustor* adalah berupa foto. Foto tersebut diolah dengan menggunakan *software Adobe Photoshop* sehingga didapatkan gambar api dan *combustor* tampak depan dan samping. Gambar hasil dari *Adobe Photoshop* tersebut, kemudian disusun berjajar sehingga akan tampak pergerakan api dalam *combustor*.

Awal pengambilan data pada *Meso-scale combustor* adalah dengan mengatur dan mengubah debit udara (Q_{udara}), dengan debit bahan bakar (Q_{bb}) tetap. Tabel pengambilan datanya adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 *Meso-scale combustor* dengan *single wire mesh*.

No	Debit bahan bakar (mL/menit)	Debit udara (mL/menit)	Q_{bb} (blow-off)	Q_{bb} (extinguish)
1	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁
		B ₂	C ₂	D ₂
2	A ₂	B ₁	C ₁	D ₁
		B ₂	C ₂	D ₂
3	A ₃	B ₁	C ₁	D ₁
		B ₂	C ₂	D ₂
dst	dst	dst	dst	dst

Kolom debit bahan bakar A₁, A₂, A₃ dan seterusnya diisi bahan bakar mulai dari debit bahan bakar terkecil api dapat menyala stabil hingga api tidak dapat distabilkan lagi di dalam *combustor*. Sama seperti pada kolom bahan bakar, pada kolom debit udara B₁, B₂, B₃ dan seterusnya diisi debit udara dengan interval kenaikan debit udara 10 mL/menit. Pada kolom 4 (C₁, C₂, dst) dan 5 (D₁, D₂, dst) diberi tanda (√) saat api mengalami *blow-off* atau *extinguish*.

3.9 Rencana Pengolahan Data

Setelah pengambilan data pada tabel 3.1 dilakukan, maka didapat data debit udara dan bahan bakar pada saat api dapat menyala stabil di dalam *combustor* dengan 1, 2 dan 3 *wire mesh*. Debit udara dan bahan bakar inilah yang akan menjadi input pada tabel selanjutnya (tabel 3.2).

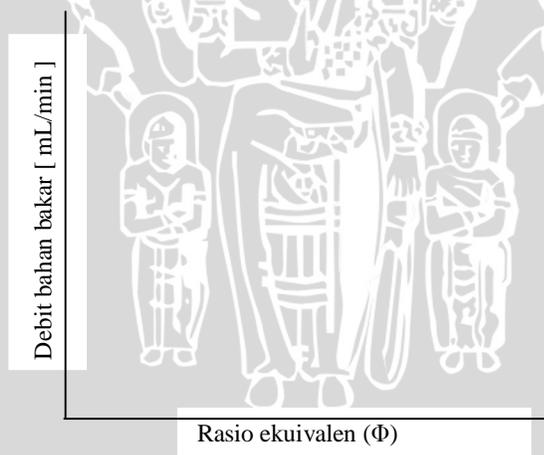
Dari data rasio equivalen saat api padam dan *blow off* dapat digambar:

Tabel 3.2 Rasio ekuivalen pada *meso-scale combustor*.

No	Q_{bb} (mL/menit)	Q_{udara} (mL/menit)	ΣQ (mL/menit)	AFR_{stoic}	AFR_{actual}	Φ
1	A_1	B_1	C_1	D_1	E_1	F_1
2	A_2	B_2	C_2	D_2	E_2	F_2
3	A_3	B_3	C_3	D_3	E_3	F_3
dst	dst	dst	dst	dst	dst	dst

Input data pada kolom 1 dan kolom 2 ($A_1, A_2, A_3, B_1, B_2, B_3, \text{dst}$) diisi dengan hasil pengukuran bahan bakar dari tabel 3.1. Jumlah debit (ΣQ) diisi dari penjumlahan Q_{bb} dan Q_{udara} pada kolom 3. Untuk mengisi kolom ke 4 (D_1, D_2, D_3), dicari dengan membagi jumlah mol udara dibagi dengan jumlah mol bahan bakar (C_3H_8).

Dari data tersebut AFR aktual (E_1, E_2, E_3), dapat dicari dengan membagi debit udara dengan debit bahan bakar. Untuk mencari rasio ekuivalen pada E_1, E_2, E_3 dapat dihitung dengan membagi AFR stoikiometri dengan AFR aktual, sehingga dapat dituangkan dalam grafik sebagai berikut:



Gambar 3.11 Diagram kestabilan api dan *flammability limit* pada pembakaran dalam *meso-scale combustor*