

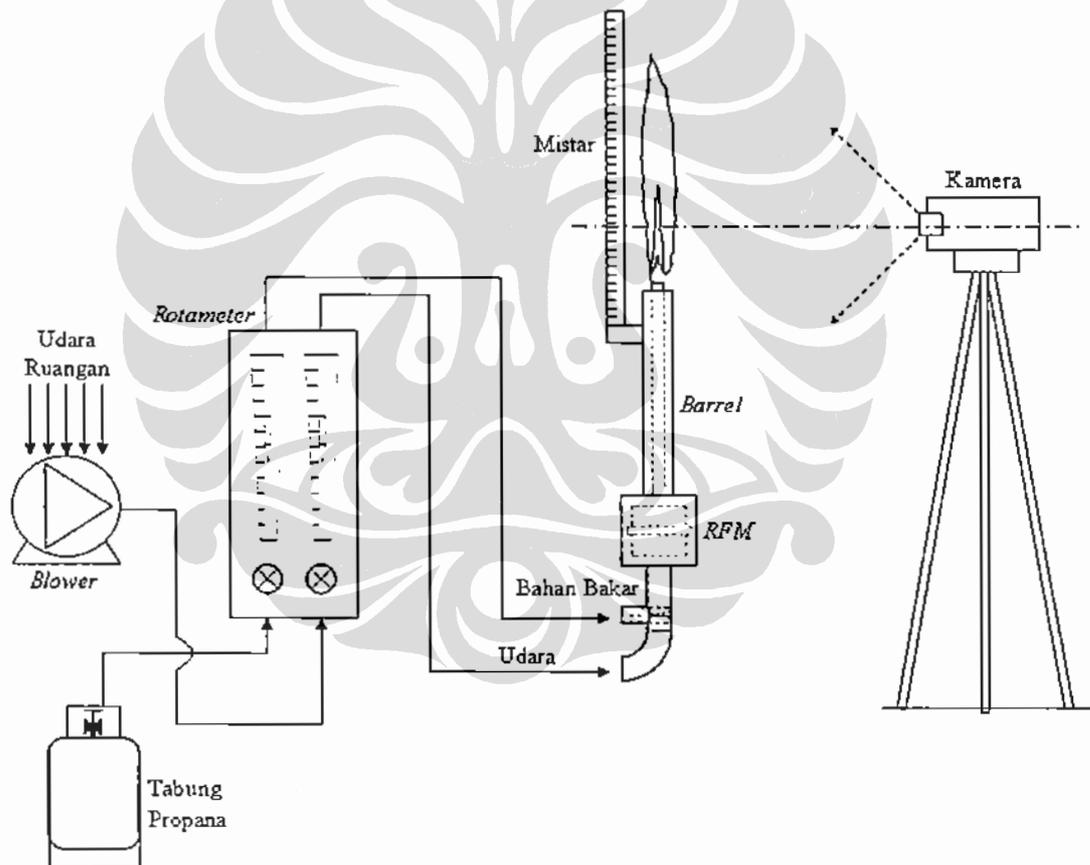
## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 PERALATAN PENELITIAN

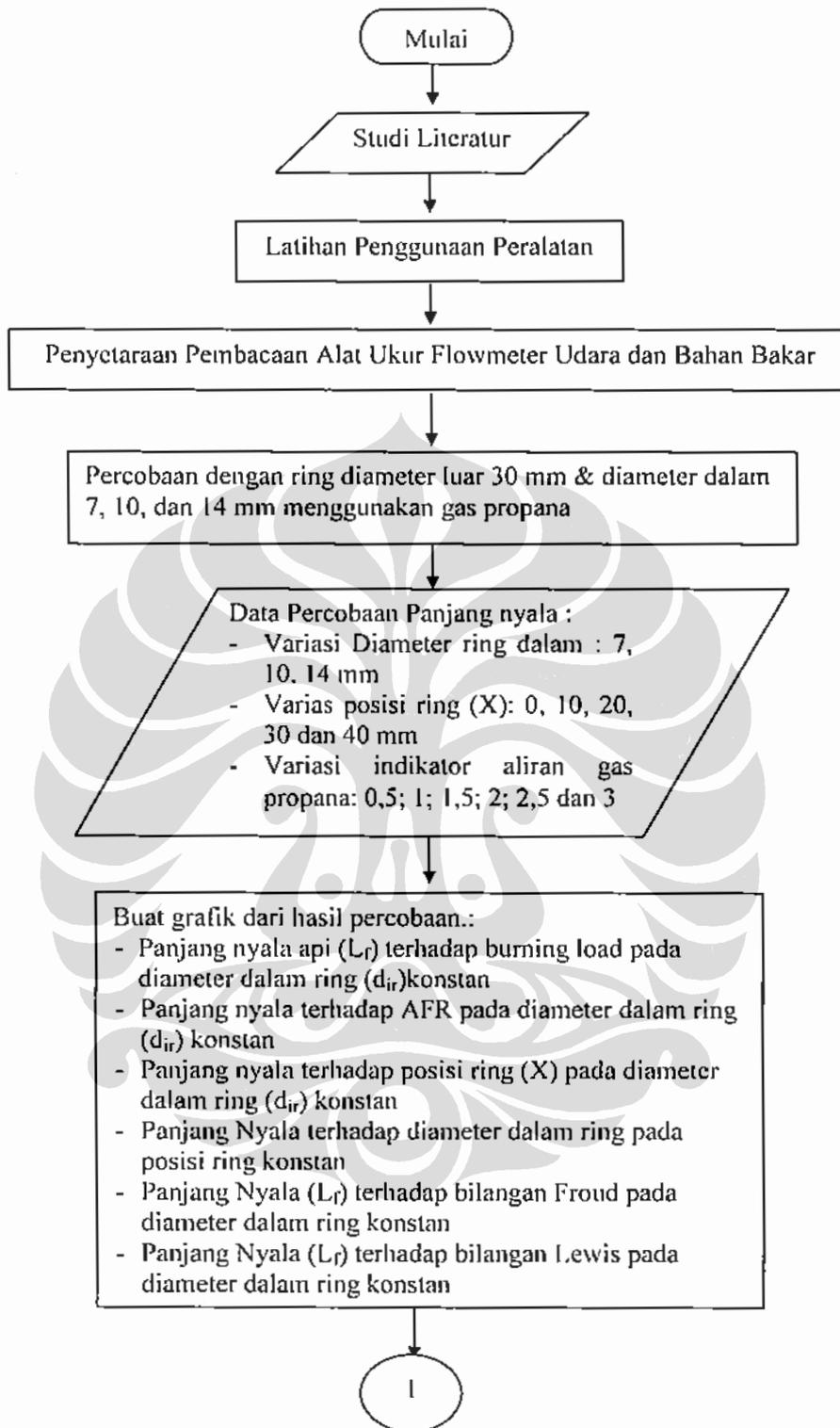
##### 3.1.1 *Bunsen Burner*

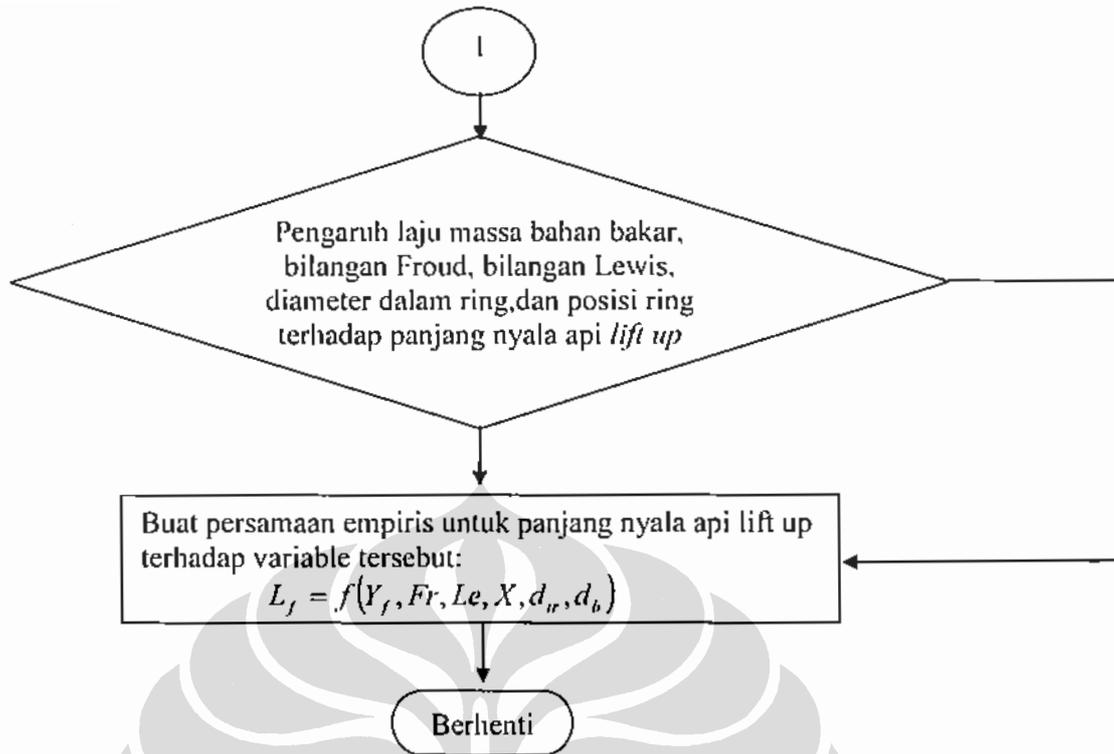
Alat utama yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Bunsen burner Flame Propagation and Stability Unit P.A. Hilton Ltd C551*, yang dilengkapi dengan *flowmeter* penunjuk aliran udara dan gas dalam satuan cm (centimeter) dan dapat dibaca langsung untuk pengambilan data. Alat ini dilengkapi dengan *fan motor AC*, sekering pengaman 2 A, 220 V, serta *flowmeter* udara dan gas yang berkapasitas 0-30 cm.



Gambar 3.1 Skema Pengambilan Data

Diagram alir untuk metode penelitian adalah sebagai berikut:





Gambar 3.2 Diagram alir proses untuk mendapatkan persamaan empiris pada panjang nyala api lift up.

### 3.1.2 Ruang Pencampur (*Mixer*)

Ruang pencampur (*mixer*) pada alat *Bunsen burner Flame Propagation and Stability Unit P.A. Hilton Ltd C551* ada tiga jenis yaitu:

1. *Mixer* Standar
2. *Mixer* Tangensial dengan dimensi:
  - i. sisi-sisinya 90 mm dan tinggi 110 mm
3. *Rotating Fan Mixer* (RFM) dengan dimensi:
  - ii. sisi-sisinya 92 mm dan tinggi 86 mm

Adapun yang dipakai pada penelitian ini yaitu *mixer* jenis RFM (*Rotating Fan Mixer*) yang menggunakan *fan* untuk memperoleh pencampuran udara dan bahan bakar lebih baik.

### 3.1.3 Tabung Pembakar (*Barrel*)

Tabung pembakar yang digunakan pada penelitian ini memiliki diameter 14 mm dan panjang 385 mm serta dilengkapi dengan tabung saluran nitrogen.

### 3.1.4 Fuel Gas

Alat *Bunsen burner Flame Propagation and Stability Unit P.A. Hilton Ltd C551* didesain untuk pemakaian gas sebagai berikut:

1. Gas Propana
2. LPG (*Liquidified Petroleum Gas*)
3. Gas Metana (Gas Alam)
4. Gas Industri (Gas Kota)

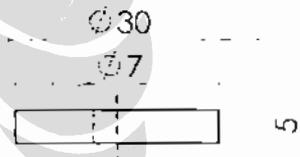
Gas yang digunakan pada penelitian ini yaitu gas propana *Hycool HCR-22*

### 3.1.5 Ring Stabilizer

*Ring Stabilizer* yang digunakan terdapat tiga jenis dengan material *stainless steel* AISI 304 dengan dimensi sebagai berikut :

1. Ring pertama :

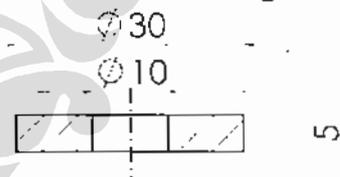
- o Diameter luar (Dor) = 30 mm
- o Diameter dalam (Dir) = 7 mm
- o Tebal (t) = 5 mm



Gambar 3.3 Dimensi ring 1

2. Ring kedua :

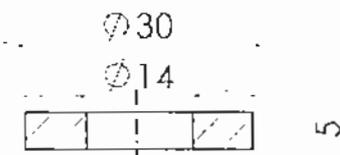
- o Diameter luar (Dor) = 30 mm
- o Diameter dalam (Dir) = 10 mm
- o Tebal (t) = 5 mm



Gambar 3.4 Dimensi ring 2

3. Ring ketiga :

- o Diameter luar (Dor) = 30 mm
- o Diameter dalam (Dir) = 14 mm
- o Tebal (t) = 5 mm



Gambar 3.5 Dimensi ring 3

### 3.1.6 Peralatan Pendukung

1. *Pressure Regulator*, alat pengatur tekanan gas yang masuk ke dalam rotameter dan dibatasi sebesar 2 bar.
2. Pematik api gas sistem magnet.
3. *Ring Adjuster* untuk mengatur ketinggian ring yang dilengkapi dengan mistar.
4. Mistar baja untuk pengukuran tinggi nyala api *premix*.
5. Kamera digital tipe Digimax A40 Samsung untuk pengambilan gambar fenomena nyala api.
6. *Hygrometer* untuk mengukur temperatur dan juga RH ruangan saat pengambilan data.

## 3.2 PENYESUAIAN SKALA ROTAMETER

*Rotameter* yang terdapat pada unit P.A. Hilton memiliki skala baca dalam cm yang dapat dibaca langsung dalam percobaan, tetapi dalam pengolahan data, ukuran dalam cm tersebut harus dikonversikan terlebih dahulu menjadi satuan kapasitas aliran dalam  $\frac{m^3}{s}$ .

Alat yang digunakan untuk penyesuaian skala *rotameter* ini yaitu *Type-WE-25A Wet Gas Meter*. Alat ini memiliki temperatur maksimum  $60^{\circ}\text{C}$  dan tekanan maksimum  $1000\text{ mmH}_2\text{O}$ . *Wet Gas Meter* ini memiliki volume 5 L, jadi jika jarum besar melakukan satu putaran maka telah mengalirkan 5 L cairan pengisi. Laju aliran gas yang diukur dapat diketahui dengan mencatat waktu tempuh aliran gas tersebut dalam melakukan satu putaran atau sebesar 5 L.

### 3.2.1 Langkah-langkah persiapan alat

#### Pemasangan

Letakkan *Wet Gas Meter* pada tempat yang rata dan bebas dari getaran. Kemudian putar baut pengatur level sampai tabung level menunjukkan bahwa *Wet Gas Meter* terletak pada bidang horizontal.

### **Pengaturan *liquid level***

#### 1. Pengisian cairan

Lepaskan tutup *liquid inlet* di kanan atas kalibrator (bagian depan). Masukkan cairan sampai *liquid level* mencapai sekitar 2 mm di atas garis penunjuk *level gauge* atau *setting needle point*.

#### 2. Pengeringan *Blower Pipe*

Lepaskan tutup *blower pipe drain*, dan periksa jika ada cairan yang tersisa. Cairan yang tersisa akan menyebabkan kalibrator tidak bisa bekerja. Jika cairan tersisa di dalam *blower pipe*, maka keringkan *blower pipe* dan kencangkan tutupnya.

#### 3. Idling

Kencangkan tutup *liquid inlet*. Atur *inlet rubber tube*, dan diamkan kalibrator sehingga jarum besar membuat 20-30 putaran. Setelah *idling* selesai, biarkan bagian dalam kalibrator berada di bawah tekanan atmosfer dengan mencopot *inlet* dan *outlet rubber tube*. Keluarkan cairan dengan perlahan melalui *level control knob* pada sisi kanan panel kalibrator, sampai *liquid level* sejajar dengan garis penunjuk *level gauge* atau *setting needle point* seperti pada gambar.

### **Pengetesan kebocoran**

Hubungkan dan kencangkan *inlet* dan *outlet rubber tube* ke kalibrator. Tutup kencang bagian luar. Berikan tekanan (pada batas pengukuran *manometer*) pada *Wet Gas Meter* melalui inlet. Tutup rapat bagian dalam. Periksa kebocoran dengan membaca *manometer*.

### **Pengukuran**

Hubungkan *inlet* dan *outlet tube* sesuai kebutuhan untuk pengukuran. Biarkan gas diukur mengalir melalui meteran sampai jarum besar membuat kira-kira 20 putaran. Udara yang tertinggal dalam *Wet Gas Meter* dan pipa akan digantikan oleh gas tersebut. Saat gas dan cairan berbeda jauh temperaturnya, diamkan *Wet Gas*

*Meter* sampai mencapai temperatur yang sama. Setelah langkah-langkah tersebut selesai, *Wet Gas Meter* siap untuk pengukuran.

### **Pengoperasian tekanan dan temperatur**

*Wet Gas Meter* harus dioperasikan pada tekanan kisaran *manometer*, meskipun *Wet Gas Meter* dibuat untuk menahan tekanan sampai  $0,15 \text{ kg/cm}^3$  (1500 mm H<sub>2</sub>O).

Temperatur operasi sebesar  $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$  atau di bawahnya. Ketika gas yang diukur tidak lebih dari  $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  atau gas yang tingkat kelarutan dengan airnya tinggi, gunakan cairan *paraffin*, *electrospark machining oil* atau *trifluorine-contained polymers* dibandingkan dengan air.

### **Gas yang dapat diukur**

*Casing Wet Gas Meter* (tipe standar) terbuat dari *galvanized iron sheet* yang dilapisi dengan cat *epoxy*. Tabung dan *machined parts* terbuat dari kuningan (BsBM2) dan dibentuk dengan metode *brazing*. *Packing* terbuat dari karet sintesis (*nitrile rubber*). Dengan mempertimbangkan material-material yang disebutkan, gas-gas yang dapat mempengaruhi material tersebut tidak dapat diukur.

*Wet Gas Meter* dapat digunakan untuk pengukuran gas kota, gas alam, gas naphthan, gas hidrokarbon jenuh, karbondioksida, gas nitrogen, gas hidrogen, udara, helium atau *inert gas* lainnya. Gas aktif seperti gas amonia dan gas *acetylene* membutuhkan meteran khusus.

### **Pengeringan**

Untuk mengeringkan *Wet Gas Meter*, lepaskan tutup saluran pembuangan dan balikkan *Wet Gas Meter* sampai cairan di dalam tabung keluar. Pastikan *Wet Gas Meter* kering seluruhnya.

### 3.2.2 Langkah-langkah Penyesuaian Skala *Rotameter*

#### *Penyesuaian skala untuk Gas Propana*

1. Menyambungkan selang gas propana pada *gas inlet* pada *Wet Gas Meter*.
2. Mengatur laju aliran gas pada posisi *rotameter* 1 cm sehingga jarum *Wet Gas Meter* mulai berputar.
3. Menentukan satu titik acuan sebagai start pada skala *Wet Gas Meter*.
4. Mencatat waktu yang diperlukan jarum *Wet Gas Meter* dari titik tersebut sampai kembali ke titik itu lagi.
5. Mengulangi langkah 2 sampai 4 untuk laju aliran gas yang berbeda dengan increment 1 cm (1 cm, 2cm, 3cm, dst).



Gambar 3.3 Prosedur Penyesuaian Skala *Rotameter*

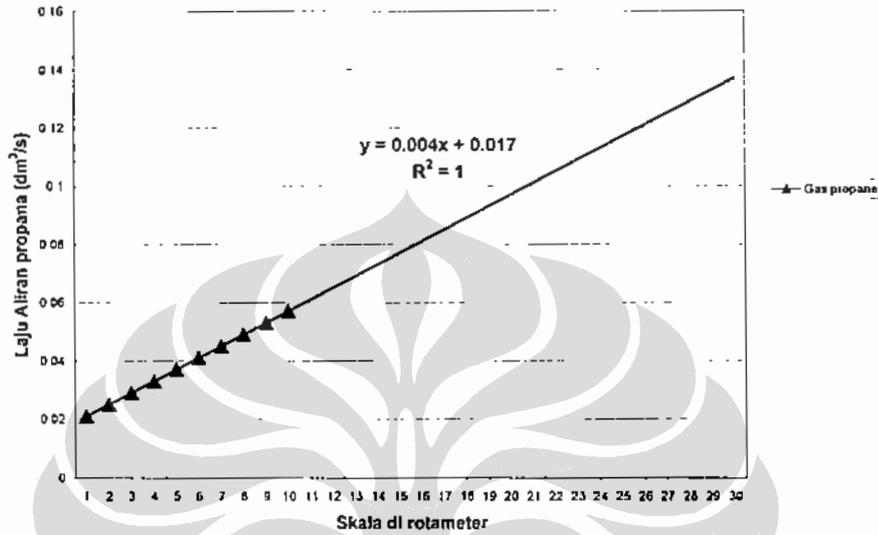
#### *Penyesuaian Skala Untuk Udara*

1. Menyambungkan selang udara pada *gas inlet* pada *Wet Gas Meter*.
2. Mengatur laju aliran gas pada posisi *rotameter* 2 cm sehingga jarum *Wet Gas Meter* mulai berputar.
3. Menentukan satu titik acuan sebagai start pada skala *Wet Gas Meter*.
4. Mencatat waktu yang diperlukan jarum *Wet Gas Meter* dari titik tersebut sampai kembali ke titik itu lagi.

- Mengulangi langkah 2 sampai 4 untuk laju aliran gas yang berbeda dengan increment 2 cm (4 cm, 6cm, 8cm, dst).

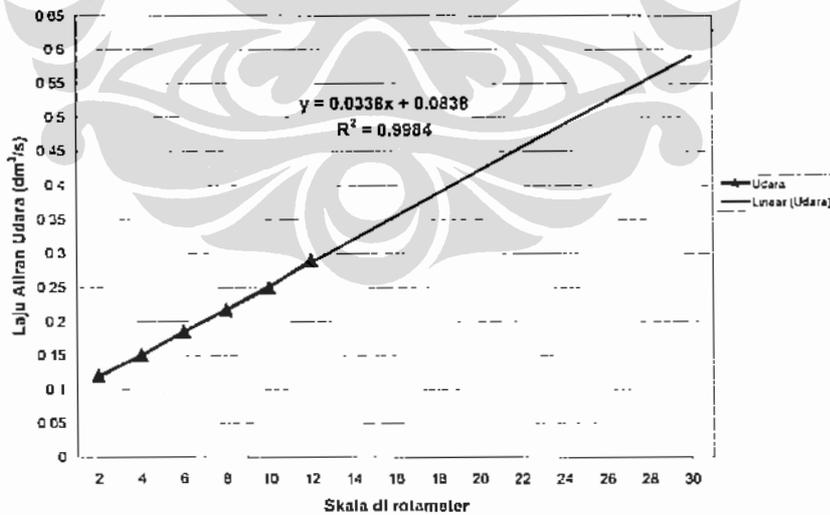
### 3.2.3 Grafik hasil penyesuaian skala *Rotameter*

*Grafik Penyesuaian Skala Untuk Propana:*



Grafik 3.1 Penyesuaian Skala Untuk Propana

*Grafik Penyesuaian Skala Untuk Udara*



Grafik 3.2 Penyesuaian Skala Untuk Udara

### 3.3 METODE PENGAMBILAN DATA

Penelitian ini dilakukan pada dua kondisi yaitu tanpa menggunakan ring dan dengan menggunakan ring. Dalam penelitian ini ada dua nilai yang diambil atau menjadi parameter yang dicari (variabel bebas) yaitu indikator udara dan tinggi nyala api *premix* dari mulut tabung pembakar (*barrel tip*). Sedangkan variabel yang diubah (variabel tetap) adalah indikator gas bahan bakar (propana) untuk penelitian tanpa menggunakan ring dan untuk yang menggunakan ring ditambahkan ketinggian ring serta jenis ring yang berbeda diameter dalamnya. Aliran gas dan udara langsung dicatat dalam satuan cm yang terbaca pada *flowmeter*, ketinggian ring dan tinggi nyala api *premix* diukur dalam satuan mm.

Untuk penelitian tanpa menggunakan ring, aliran udara saat terjadinya *blow-off* dan tinggi nyala api *premix* dicatat pada aliran gas 0,5 cm, 1 cm, 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm, 3 cm, 3,5 cm, dan 4 cm.

Sedangkan untuk penelitian dengan menggunakan ring, pada aliran gas yang ditetapkan sebesar 0,5 cm, 1 cm, 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm, 3 cm, 3,5 cm, dan 4 cm, ring ditempatkan pada ketinggian 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm. Aliran udara dicatat pada saat terjadinya fenomena *lift-up flame* dan *blow-off*, serta diukur tinggi nyala api *premix* dari *barrel tip*.

Data-data hasil penelitian kemudian dimasukkan ke dalam tabel dengan format sebagai berikut:

Tabel 3.1 Tabel data percobaan tanpa menggunakan ring

Tabel Data Percobaan Tanpa Ring				
Db		P		Bahan Bakar Propana C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
		T <sub>ambien</sub>		
		RH		
		Tanggal		

Indikator Aliran Gas (cm)	Indikator Aliran Udara (cm)	Panjang Total Nyala Api ( $H_f$ ) (mm)
	<i>blow-off</i>	<i>blow-off</i>
0,5		
1		
1,5		
2		
2,5		
3		

Tabel 3.2 Tabel data percobaan dengan menggunakan ring

Tabel Pengamatan Dengan Ring			
Db		$P_{atm}$	Bahan Bakar Propana $C_3H_8$
Dor		$T_{ambien}$	
Dir		RH	
x		Tanggal	

Ketinggian Ring (x) (mm)	Indikator Aliran Gas (cm)	Indikator Aliran Udara (cm)	Panjang Total Nyala Api ( $H_f$ ) (mm)
		<i>blow-off</i>	
$x_i$	0,5		
	1		
	1,5		
	2		
	2,5		
	3		

### 3.4 PROSEDUR PERCOBAAN

#### 3.4.1 Persiapan Awal Peralatan Uji

1. Mempersiapkan peralatan yang akan diperlukan dalam melakukan pengujian seperti *Bunsen burner*, tabung gas, pematik api gas, ring, *ring adjuster*, dan lainnya.
2. Mengaturtur posisi *rotameter* gas dan udara pada posisi nol.
3. Memastikan tidak ada kebocoran.
4. Memasang *barrel*, selang bahan bakar, selang udara pada *mixer*.
5. Meletakkan *ring adjuster* pada posisi dekat dengan *Bunsen burner*.

#### 3.4.2 Pengukuran *flame length* tanpa menggunakan ring

1. Membuka katup udara sedikit dan membuka katup gas perlahan-lahan, kemudian menyalakan dengan menggunakan pematik.
2. Mengatur laju aliran gas pada posisi *rotameter* 0,5 cm sehingga gas mengalir melalui tabung.
3. Menambah laju aliran udara secara perlahan-lahan sampai terbentuk nyala api biru yang sangat terang.
4. Menaikkan lagi laju aliran udara secara perlahan-lahan sampai nyala api tiba-tiba padam (*blow-off*), sebelum terjadi *blow-off* mencatat tinggi nyala api *lift up*, menutup aliran gas, dan mencatat besar laju aliran udara yang terbaca pada *rotameter*.
5. Menutup aliran udara.
6. Mengulangi langkah 2 sampai 5 untuk laju aliran gas yang berbeda (0,5 cm, 1 cm, 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm, dan 3 cm).

#### 3.4.3 Pengukuran *flame length lift-up* dengan menggunakan ring

1. Memasang ring pada *ring adjuster* dan letakkan konsentris dengan mulut *barrel* pada jarak 10 mm di atas mulu *barrel*.
2. Membuka katup udara sedikit dan membuka katup gas, kemudian menyalakan dengan menggunakan pematik.

3. Mengatur laju aliran gas pada posisi *rotameter* 0,5 cm sehingga gas mengalir melalui tabung.
4. Menambah laju aliran udara secara perlahan-lahan sampai terbentuk nyala api biru yang sangat terang.
5. Menaikkan laju aliran udara lebih lanjut secara perlahan-lahan hingga sebagian nyala sedikit terangkat dari mulut *barrel* dan kemudian nyala api akan mulai terangkat seluruhnya ke atas ring (*lift-up*) dan naikkan lagi laju aliran udara secara perlahan-lahan sampai nyala api tiba-tiba padam (*blow-off*), sebelum terjadi *blow-off* mencatat tinggi nyala api lift up, menutup aliran gas, dan mencatat besar laju aliran udara yang terbaca pada *rotameter*.
6. Menutup aliran udara.
7. Mengulangi langkah 2 sampai 7 untuk laju aliran gas yang berbeda (0,5 cm, 1 cm, 1,5 cm, 2 cm, 2,5 cm, dan 3 cm).
8. Mengulangi langkah 1 sampai 8 untuk ketinggian ring yang berbeda (10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm).
9. Mengulangi langkah 1 sampai 9 untuk ring dengan diameter dalam ( $D_{ir}$ ) 10 mm dan 14 mm.