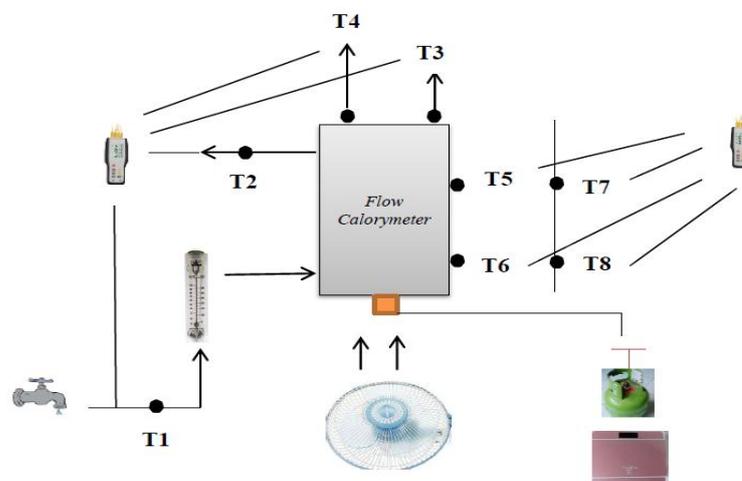


BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Skema Alat

Penelitian dilakukan dengan menggunakan pengujian secara eksperimental menggunakan alat *flow calorimeter* untuk mengukur nilai kalor dan mengetahui efisiensi alat dengan skema terlihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Skema pengujian eksperimental.

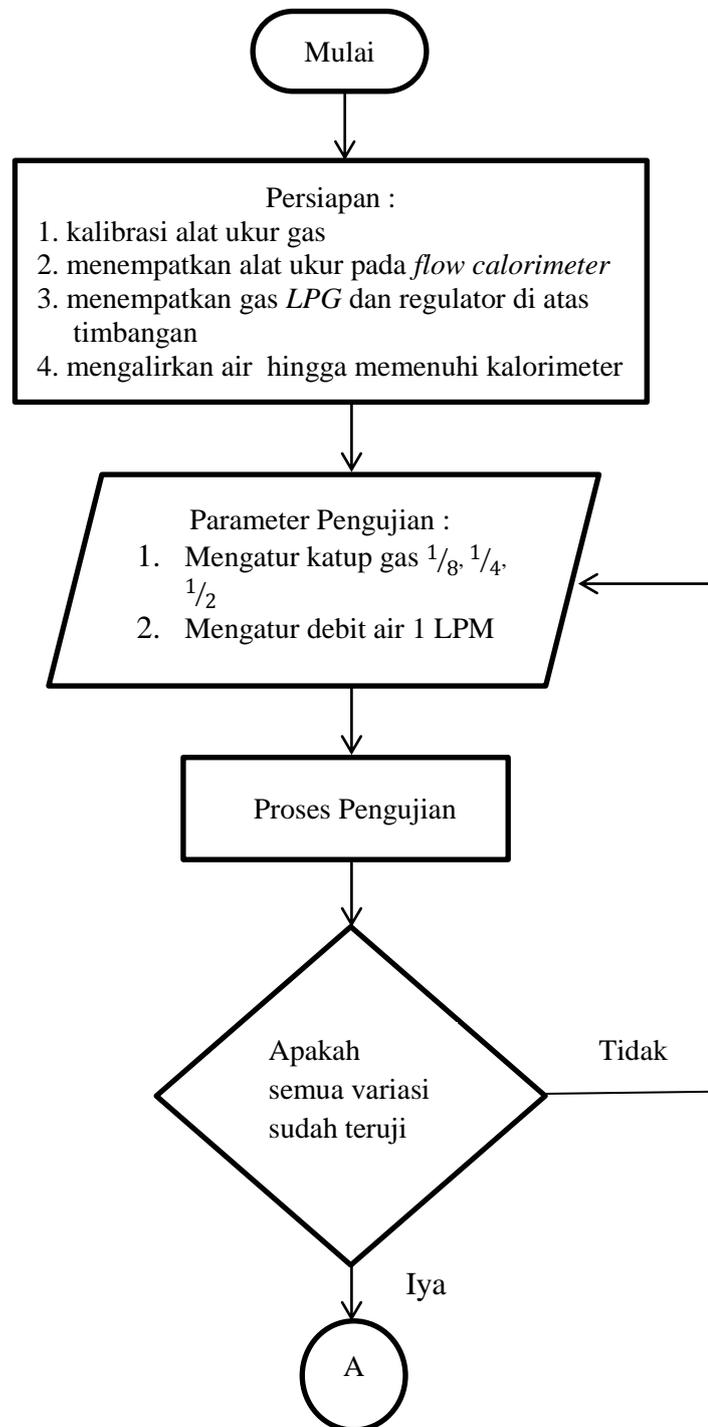
3.2 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian menggunakan alat *flow calorimeter* sebagai berikut :

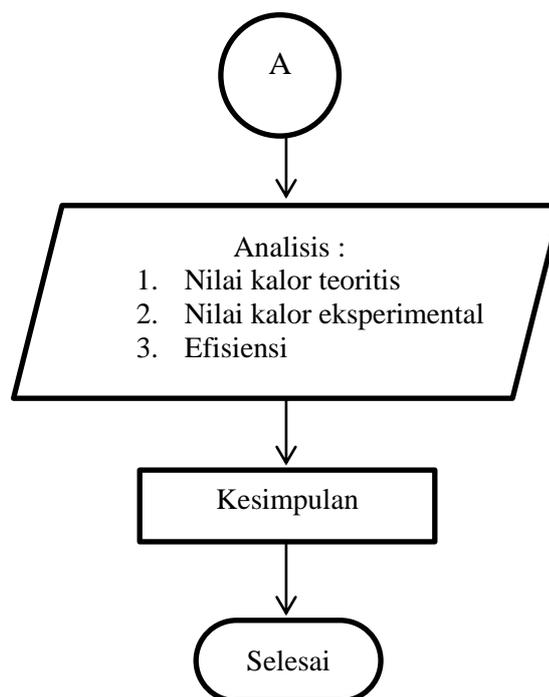
1. Memasang selang air pada kran.
2. Mengatur debit aliran massa air 1 LPM pada *flow meter*
3. Menghubungkan ke-8 *thermocouple* ke *thermo reader*.
4. Menimbang berat awal atau berat utuh tabung *LPG* dengan timbangan.
5. Menyiapkan alat pematik api dan *stopwatch* untuk mengatur jeda waktu pengambilan data.
6. Mengatur buka an katup gas dengan variasi $\frac{1}{8}$; $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{2}$.
7. Catat semua data setiap 2 menit hingga kondisi tunak selama 60 menit.
8. Setelah 60 menit, tutup katup gas dan kran air.
9. Membuang air yang ada di tabung kalorimeter lalu dinginkan tabung.

3.3 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian ini dibuat bagan struktur tahapan kegiatan dalam penelitian ditampilkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

3.4 Waktu dan Tempat Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Sebelum penelitian dilakukan terlebih dahulu pembuatan alat dilakukan di Handayani dengan kurun waktu antara bulan Juni hingga Agustus 2017. Untuk waktu penelitian akan direncanakan dengan kurun waktu antara September - November 2017

3.5 Alat dan Bahan Penelitian

3.5.1 Alat

Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. *Termocouple*

Termocouple adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu air masuk, air keluar, udara masuk dan udara pembuangan, serta kalor konveksi dan radiasi yang keluar lewat peredam panas dinding kalorimeter yang akan terbaca pada *thermo reader*. *Termocouple* yang digunakan adalah *termocouple* tipe-K yang memiliki spesifikasi :

- Bahan nikel dan kromium pada pada sisi positif.
- Bahan nikel dan alumunium pada sisi negatif.

Thermocouple tipe-K terlihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Termocouple* tipe-K

2. *Termo reader*

Termo reader digunakan untuk menampilkan angka suhu yang dibaca oleh *termocouple*. Karena jumlah *termocouple* pembaca suhu ada 8, maka *termo reader* yang digunakan berjumlah 2 bermerek HT-9815 dengan spesifikasi :

- Satuan °C/°F/K
- LCD pembaca 4 suhu dari *thermocouple*
- Range temperatur -200°C~1372°C (-328°F~2501°F)
- Resolusi suhu tipe-K : <1000 °C: 0,1°C/°F/K
>1000 °C: 1°C/°F/K
- Ukuran : 200 x 85 x 38 mm
- Berat : 230 g

Termo reader terlihat pada gambar 3.5.



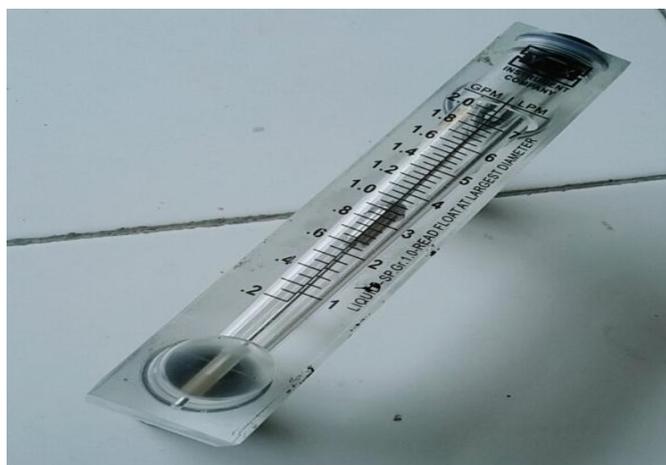
Gambar 3.5 *Thermo reader*

3. *Flow meter*

Flow meter digunakan untuk menentukan debit air yang dialirkan kedalam tabung kalorimeter. *Flow meter* yang digunakan yaitu tipe panel dengan spesifikasi :

- Satuan debit aliran 1-7 LPM
- Satuan debit aliran 0,2-2,0 GPM

Flow meter tipe panel terlihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.6 *Flow meter*

4. Pematik api

Pematik api digunakan untuk menyalakan api pada burner kalorimeter aliran. Spesifikasi alat :

- Ukuran (L x W x H cm) = 29 x 12 x 7
- Berat 1,0 kg

Pematik api terlihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Pematik api

5. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengetahui pengurangan beban gas setiap 2 menit selama pengujian berlangsung, jenis timbangan yang digunakan adalah timbangan digital bermerek *scale* yang memiliki spesifikasi :

- Kapasitas beban maksimum 180 kg
- Indikator suhu
- Ketelitian ukur 10 gram

Timbangan digital terlihat pada gambar 3.8.



Gambar 3.8 Timbangan digital

6. Regulator Gas

Regulaor adalah alat yang terpasang pada tabung gas. Regulator untuk mengatur laju keluaran gas selama pengujian berlangsung yaitu regulator *single stage*, dalam pengujian ini diatur untuk katup gas $\frac{1}{8}$; $\frac{1}{4}$; $\frac{1}{2}$. Spesifikasi alat :

- High Pressure
- Tekanan keluar 0-220 kPa
- Tekanan masuk 0,7 Mpa

Regulator yang digunakan terlihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.9 Regulator Gas

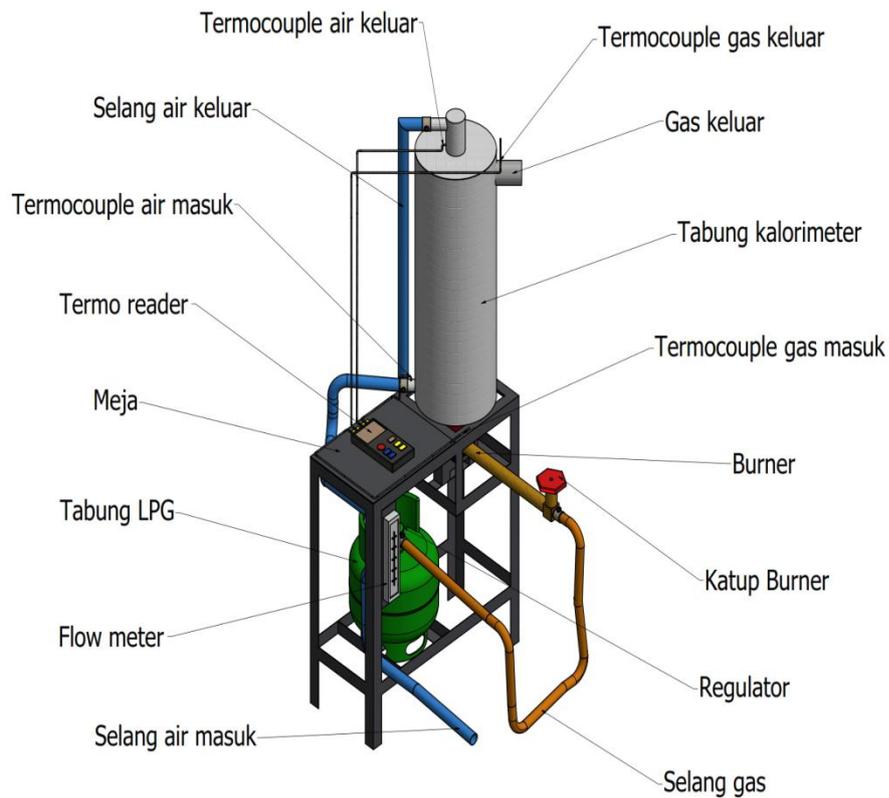
7. Kalorimeter aliran

Kalorimeter aliran digunakan sebagai alat untuk melaksanakan pengujian nilai kalor dimana terjadinya proses pembakaran bahan bakar yang terjadi di dalamnya. Kalorimeter aliran yang digunakan adalah calorimeter dengan 9 silinder di dalamnya untuk penyerapan panas hasil pembakaran oleh air. Spesifikasi alat :

- Bahan tabung *stainless steel*
- 8 titik *thermocouple* pengukur suhu
- 9 pipa silinder pembakaran
- Peredam panas dengan *alumunium foil*
- Selang penyalur air masuk dan keluar
- *Flow meter* pengatur debit air
- Selang dan regulator gas

- Tabung gas *LPG* 3 kg
- *Termo reader* pembaca suhu

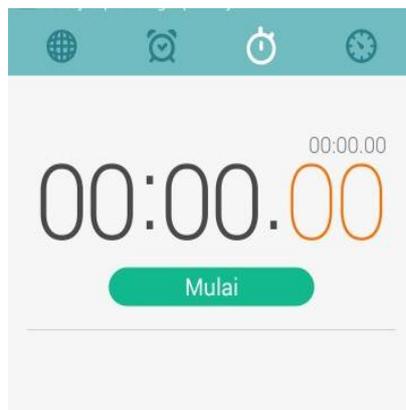
Kalorimeter aliran terlihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Kalorimeter aliran (Rahardi, 2017)

8. *Stopwach*

Stopwach digunakan untuk mengatur jeda waktu tiap 2 dalam pengambilan data selama pengujian, *stopwatch* yang digunakan adalah *stopwatch* pada smartphone Samsung J3 2016 terlihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 *Stopwach Smartphone*

9. Kipas Angin

Kipas angin digunakan untuk mendorong udara pembakaran disekitar *burner* agar sepenuhnya masuk ke tabung *flow calorimeter* sehingga panas terserap secara maksimal. Jenis kipas yang digunakan yaitu kipas bermerek Miyako KAD-927B dengan spesifikasi :

- Dilengkapi sistem *thermofuse*
- Daya listrik 35 watt

Kipas angin terlihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12 Kipas angin

10. *Alumunium foil*

Alumunium foil digunakan untuk menutup daerah sekitaran antara kipas angin dan ruang pembakaran. Selain digunakan sebagai peredam panas tabung, *alumunium foil* juga digunakan untuk menutup area pembakaran agar udara

lingkungan tidak mempengaruhi pembakaran. *Aluminium foil* terlihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 *Aluminium foil*

3.5.2 Bahan

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Bahan bakar *LPG* 3 kg

Bahan bakar gas yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Liquidified Petroleum Gas (LPG)* dengan kapasitas 3 kg yang akan dicari nilai kalornya dengan menggunakan pengujian menggunakan kalorimeter aliran.



Gambar 3.14 Tabung *LPG* 3 kg

2. Air

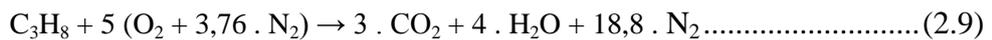
Media penyerap panas pembakaran yang digunakan dalam penelitian ini adalah air, dimana air akan menyerap panas dari pipa silinder yang terkena kalor dari pembakaran di burner.

3.6 Rencana Analisis Data

Pada metode eksperimental ini mula-mula dikalibrasi terlebih dahulu ke 8 *thermocouple* yang dipakai untuk membaca suhu yang terjadi selama pembakaran dilakukan. Selanjutnya pemasangan masing-masing *thermocouple* pada posisi dan pengaturan variasi debit air yaitu 1 LPM, variasi katup gas $\frac{1}{8}$; $\frac{1}{4}$ dan $\frac{1}{2}$.

Setelah itu dilakukan pengambilan data sesuai dengan prosedur pengujian, setelah data didapatkan maka akan dilakukan analisis untuk mengetahui nilai kalor gas dan efisiensi dari *flow calorimeter* dengan tahapan :

1. Menghitung massa molar dari reaksi pembakaran teoritis menggunakan persamaan (2.9) :



2. Menghitung (Q_{loss}) selama proses pembakaran yaitu kalor konveksi dan radiasi. Menghitung nilai konveksi dan radiasi menggunakan persamaan (2.12) dan (2.13) sehingga (Q_{loss}) seperti pada persamaan (3.1) :

$$Q_{\text{loss}} = Q_{\text{konveksi}} + Q_{\text{radiasi}} \dots \dots \dots (3.1)$$

3. Menghitung nilai kalor *LHV* dari bahan bakar *LPG* dengan menggunakan persamaan (3.2) :

$$\text{NK}_{\text{C}_3\text{H}_8} = \frac{1}{\dot{m}_{\text{C}_3\text{H}_8}} \left[\begin{array}{l} \dot{m}_{\text{w,o}} \cdot \text{cp}_{\text{w,o}} \cdot T_2 + Q_{\text{loss}} + T_4 \cdot \left(\dot{m}_{\text{CO}_2} \cdot \text{cp}_{\text{CO}_2} + \dot{m}_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \text{cp}_{\text{H}_2\text{O}} + \dot{m}_{\text{N}_2} \cdot \text{cp}_{\text{N}_2} \right) \\ - \dot{m}_{\text{u,i}} \cdot \text{cp}_{\text{u,i}} \cdot T_3 - \dot{m}_{\text{w,i}} \cdot \text{cp}_{\text{w,i}} \cdot T_1 \end{array} \right] \dots \dots \dots (3.2)$$

4. Menghitung nilai dari efisiensi *flow calorimeter* bisa dihitung dengan menggunakan yang terdapat pada persamaan (3.3).

$$\text{Efisiensi FC} = \frac{\dot{Q}_{\text{diserap air}}}{\dot{m}_{\text{LPG}} \cdot \text{NK}_{\text{teoritik}}} \dots \dots \dots (3.3)$$