

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian adalah metode yang digunakan untuk mendekati permasalahan yang diteliti, sehingga dapat menjelaskan dan membahas permasalahan secara tepat. Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini yaitu, membandingkan data eksperimental dan teoritik pada pengujian kalorimeter aliran untuk mencari nilai kalor bahan bakar yang digunakan.

Langkah awal adalah mengambil data eksperimen yaitu suhu air masuk tabung kalorimeter, suhu air keluar dari tabung kalorimeter, suhu ruangan pembakaran dan suhu lingkungan. Setelah dilakukan pengambilan data sesuai dengan prosedur pengujian, kemudian data data tersebut diolah untuk mengetahui nilai kalor bahan bakar dan efisiensi dari alat kalorimeter aliran.

3.2. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Gedung G6 lantai dasar Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Sebelum dilakukan penelitian alat kalorimeter dibuat di Handayani dengan waktu pembuatan selama 2 sampai dengan 3 bulan. Waktu penelitian direncanakan dengan waktu antara bulan September – November 2017.

3.3. Bahan

1. Liquefied Petroleum Gas (LPG)

Bahan untuk penelitian ini adalah *Liquefied Petroleum Gas (LPG)* dengan kapasitas tabung 3 kg yang akan dicari nilai kalornya dengan menggunakan pengujian kalorimeter aliran.



Gambar 3.1 *Liquefied Petroleum Gas (LPG)*

2. Air

Air digunakan sebagai media penyerap panas pembakaran yang ditimbulkan dari saluran pembakaran sehingga perpindahan panas bisa diketahui.

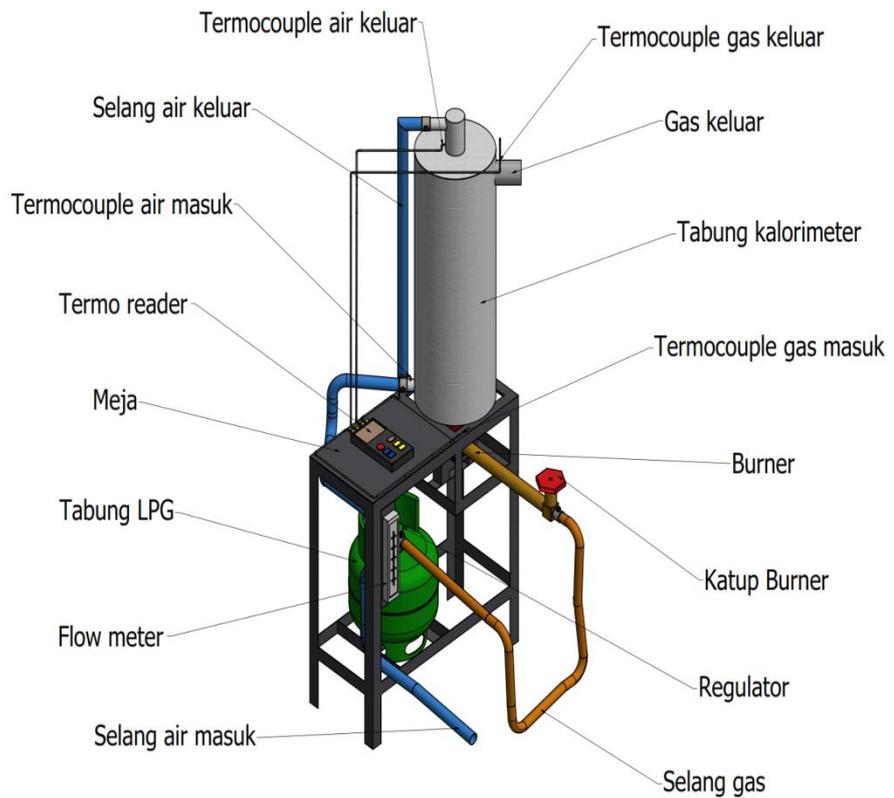
3.4. Alat

Alat yang digunakan antara lain adalah :

1. Kalorimeter Aliran

Kalorimeter aliran digunakan sebagai alat untuk melaksanakan pengujian nilai kalor bahan bakar yang digunakan. Alat kalorimeter ini berbentuk silinder tunggal berdiameter 210 mm dengan tinggi 680 mm. Pada silinder tersebut terdapat saluran pembakaran berbentuk 9 silinder kecil berdiameter 1 inci. Silinder alat kalorimeter tersebut menggunakan bahan *stainless steel*.

- Bahan tabung *stainless steel*
- 8 titik *thermocouple* pengukur suhu
- 9 pipa silinder pembakaran



Gambar 3.2 Alat kalorimeter aliran (*flow calorimeter*)

2. Burner

Burner digunakan untuk memanaskan suhu di dalam tabung kalorimeter. Pemanasan dilakukan selama 60 menit sampai suhu benar-benar dalam kondisi *steady*.



Gambar 3.3 Burner

3. Regulator

Regulator digunakan untuk mengatur besar kecilnya nyala api yang dibutuhkan dalam percobaan. Disini bukaan katup yang digunakan dalam percobaan adalah $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$ dan $\frac{1}{2}$ tipe *single stage* memiliki spesifikasi:

- Kapasitas beban maksimum 180 kg.
- Indikator suhu.



Gambar 3.4 Regulator

4. Selang gas

Selang gas digunakan untuk menyambungkan antara regulator dan burner. Selang ini terbuat dari karet.



Gambar 3.5 Selang Gas

5. Selang air

Selang air digunakan untuk tempat sirkulasi air pada alat kalorimeter yang mana mengalirkan air dari sumber ke tabung kalorimeter dan dari tabung ke pembuangan. Selang tersebut memiliki sifat fleksibel dan tahan terhadap panas.



Gambar 3.6 Selang Air

6. *Thermocouple*

Thermocouple adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu air masuk, air keluar, udara masuk dan udara keluar yang di sambungkan ke *thermoreader*. Dalam pengujian kalorimeter aliran ini membutuhkan 8 buah *thermocouple*. *Thermoreader* yang digunakan adalah *thermocouple* tipe K yaitu memiliki spesifikasi :

- Bahan nikel dan kromium pada sisi positif
- Bahan nikel dan aluminium pada sisi negatif



Gambar 3.7 *Thermocouple* tipe K

7. *Thermoreader*

Thermoreader digunakan untuk menampilkan angka suhu yang dibaca oleh *thermocouple*. *Thermoreader* yang digunakan berjumlah 2 yang bermerek HT-9815 dengan spesifikasi :

- Satuan °C/°K/F
- LCD pembaca 4 suhu dari *thermocouple*
- Range temperatur -200 °C sampai dengan 1372 °C
- Resolusi suhu tipe K : <1000 C : 0,1 °C/°F/K
- Ukuran : 200 mm × 85 mm × 38 mm
- Berat : 230 g



Gambar 3.8 *Thermoreader*

8. *Flowmeter*

Flowmeter digunakan untuk membaca debit air yang dialirkan kedalam tabung kalorimeter aliran. Pengukuran dengan *flowmeter* menghasilkan sebuah nilai yang disebut *flow rate* atau debit dengan satuan L/h (*liter per hours*). *Flow meter* yang digunakan yaitu tipe panel dengan spesifikasi :

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



Gambar 3.9 *Flow Meter*

9. Timbangan massa

Timbangan massa digunakan untuk mengukur massa LPG pada saat penelitian berlangsung. Timbangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan duduk digital. Timbangan digital *scale* yang digunakan memiliki spesifikasi :

- Ukuran ($L \times W \times H$ cm) = $29 \times 12 \times 7$
- Berat 1 kg
- Bahan bakar isis ulang



Gambar 3.10 Timbangan Massa Digital

10. *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk mengetahui waktu pengujian dan pengambilan data. Dalam satu pengujian memerlukan waktu 60 menit dan pengambilan data diambil setiap dua menit sekali.



Gambar 3.11 *Stopwatch*

11. *Clamp*

Clamp digunakan untuk mengikat sambungan antara selang air dengan *flowmeter* dan gas regulator. Penggunaan *clamp* tersebut berguna untuk menanggulangi terjadinya kebocoran pada setiap sambungan.



Gambar 3.12 *Clamp*

12. *Thermometer*

Digunakan sebagai standar acuan kalibrasi *thermocouple* yang digunakan pada kalorimeter.



Gambar 3.13 *Thermometer*

13. Kipas angin

Kipas angin digunakan sebagai media pendorong nyala api yang ditimbulkan oleh burner agar bisa masuk ke saluran pembakaran kalorimeter aliran sehingga panas yang terserap secara maksimal. Jenis kipas yang digunakan yaitu bermerek miyako memiliki spesifikasi :

- Dilengkapi sistem *thermofuse*
- Daya listrik 35 watt



Gambar 3.14 Kipas Angin

14. Pemantik api

Pemantik api digunakan untuk menyalakan api pada burner. Karena posisi burner berada dibawah saluran pembakaran dan juga sangat berbahaya jika untuk menyalakan api pada burner tidak menggunakan pemantik. Pematik yang digunakan yaitu memiliki spesifikasi :

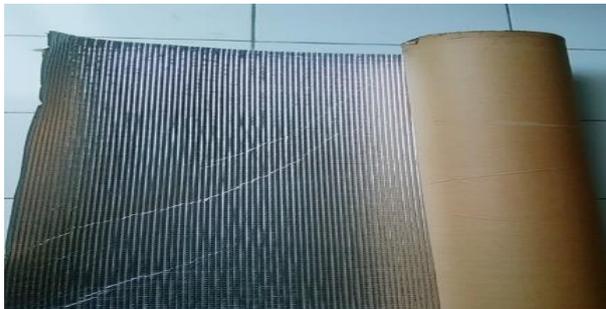
- Ukuran (L × W × H) = 29 cm × 12cm × 7 cm
- Berat 1kg
- Bahan



Gambar 3.15 Pemantik Api

15. *Aluminium foil*

Aluminium foil digunakan untuk menutup daerah sekitar ruang pembakaran yang bertujuan agar angin lingkungan tidak mempengaruhi proses pembakaran. Sehingga nyala api yang ditimbulkan dalam proses pembakaran bisa konstan.



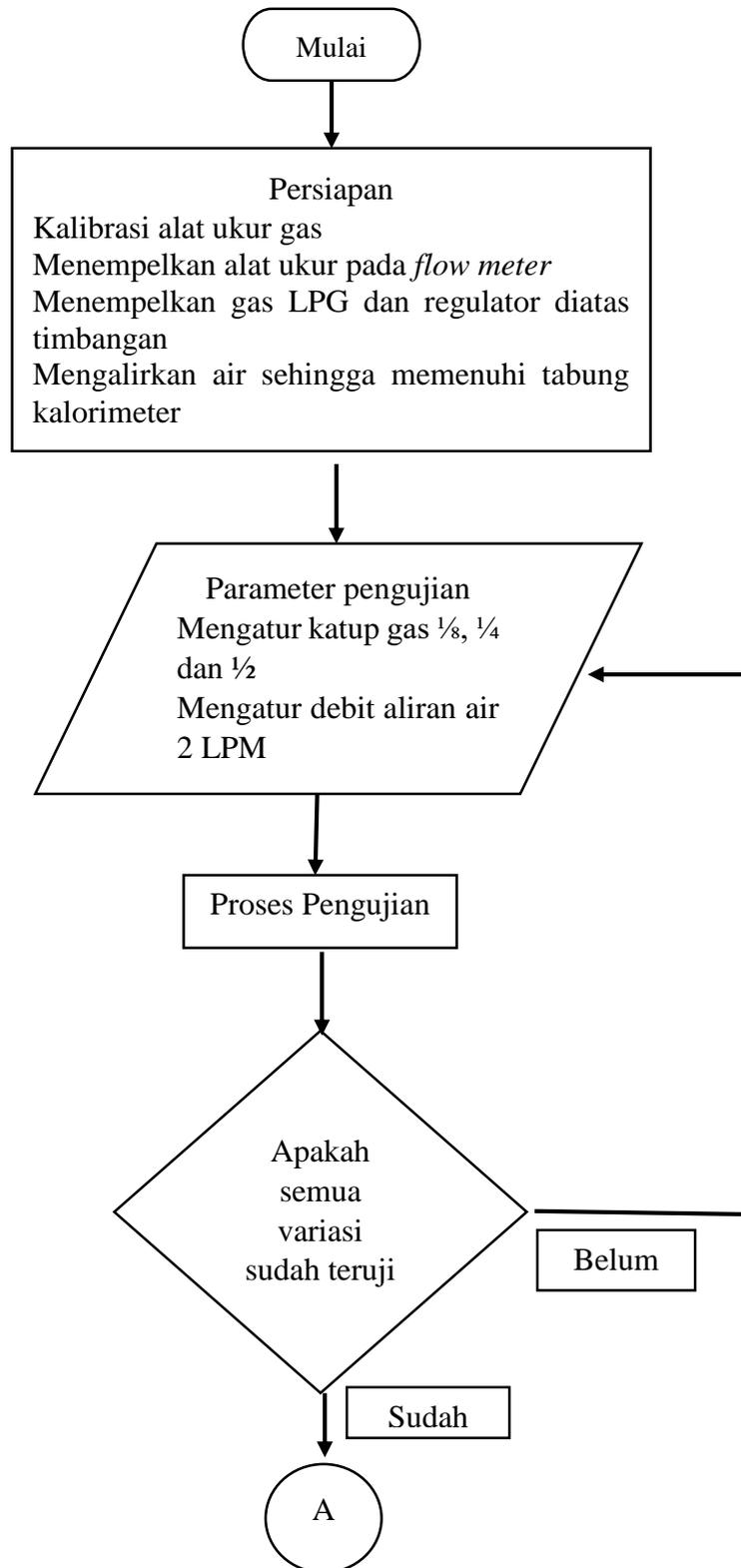
Gambar 3.16 *Aluminium foil*

3.5. Prosedur Penelitian

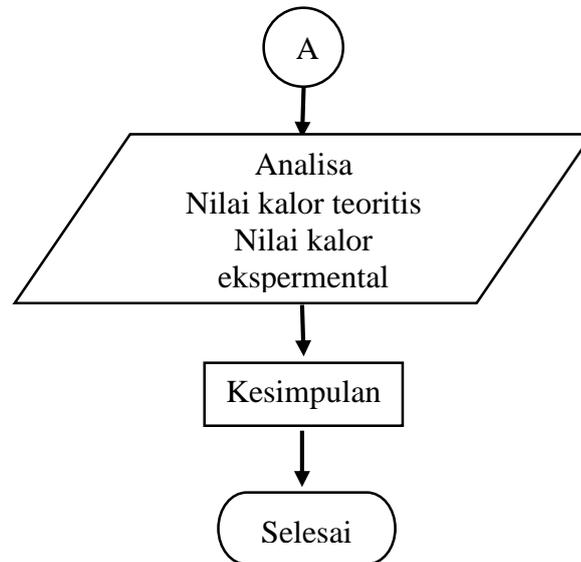
Prosedur pengujian dan penelitian ini sebagai berikut .:

1. Mempersiapkan alat yang akan digunakan.
2. Memasang selang air pada kran air.
3. Mengatur laju aliran massa air 2 LPM dan bukaan katup yang digunakan adalah $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ dan $\frac{3}{4}$.
4. Menghubungkan ke-8 *termokopel* ke dat logger suhu.
5. Menimbang berat tabung LPG dengan timbangan portable.
6. Menyiapkan stop watch dan pemantik api.
7. Membuka katup gas LPG dan nyalakan api dengan pemantik gas.
8. Menyatat data ke-8 suhu termokopel, berat tabung gas LPG dan debit air setiap 2 menit sekali.
9. Mengulangi pencatatan semua data setiap 2 menit hingga kondisi tunak atau steady (sekitar 45 sampai 60 menit).
10. Setelah kondisi tunak, menutup kran air dan matikan api.
11. Membuang air yang berada di tabung kalorimeter.

3.6. Diagram Alur



Gambar 3.17 Diagram alur penelitian



Gambar 3.17 Diagram alur penelitian lanjutan

Sesuai dengan gambar 3.17, penelitian ini dimulai dengan tahap kalibrasi alat ukur (*thermocopel*). Kalibrasi adalah serangkaian kegiatan yang membentuk hubungan antara nilai yang ditunjukkan oleh instrument ukur atau sistem, yang dilakukan dengan mengukur suatu suhu air panas menggunakan *thermocopel* dan *thermometer* kedua alat ukur tersebut membaca suhu yang sama atau tidak jauh beda. *Thermometer* sendiri digunakan sebagai suhu acuan pada melakukan kalibrasi. Kalibrasi bertujuan untuk mengetahui kebenaran nilai konvensional penunjukan suatu instrument ukur. Setelah proses kalibrasi selesai dilakukan kemudian *thermocopel* dipasang di bagian bagian tabung kalorimeter yang akan di ukur suhunya. Dalam penelitian ini terdapat 8 *thermocopel* yang dibutuhkan. T1 dipasang pada selang air masuk ke tabung kalorimeter, T2 dipasang pada selang keluar pada tabung kalorimeter, T3 dipasang pada ujung atas tabung kalorimeter untuk mengukur suhu ruangan atau lingkungan, T4 dipasang pada lubang pembuangan pembakaran untuk mengukur suhu hasil pembakaran, T5 dan T6 dipasang pada *isolator* untuk mengukur suhu *konveksi*, T7 dan T8 dipasang pada jarak 10 cm dari *isolator* untuk mengukur suhu *radiasi* ke lingkungan. Setelah pemasangan *thermocopel* dilakukan selanjutnya merangkai alat kalorimeter aliran seperti

menghubungkan selang sumber air ke *flow meter*, dari *flow meter* ke tabung kalorimeter, dari tabung kalorimeter ke pembuangan. Kemudian memasang regulator ke LPG dan tabung LPG diletakkan di atas timbangan yang bertujuan untuk mengetahui berkurangnya berat gas LPG yang digunakan.

Tahap selanjutnya yaitu mengatur parameter pengujian, parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu mengatur debit aliran, debit aliran yang digunakan yaitu 1 dan 2 LPM dengan cara mengatur indikator pada *flow meter*. Setelah itu mengatur variasi bukaan katub gas $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ dan $\frac{1}{8}$ dengan mengatur putaran pada regulator gas.

Tahap selanjutnya yaitu pengujian, pada pengujian didapat data suhu pada termorider dari masing-masing termokopel yang dipasang untuk pengambilan data dilakukan 2 menit sekali selama 60 menit proses pengujian dan pengurangan berat gas selama proses pengujian berlangsung.

Tahap selanjutnya setelah proses pengujian adalah analisis data. Proses analisis dimulai dengan menghitung nilai kalor secara teoritis, sehingga didapatkan nilai kalor secara teoritis dari bahan bakar gas *LPG*. Setelah itu analisis nilai kalor secara eksperimental dari data yang didapat pada proses pengujian, sehingga didapat nilai kalor *LHV* dari gas *LPG*.

$$HV_{C_3H_8} = [\dot{m}_{w,out} \cdot C_{p,w,out} \cdot T_{st2} + Q_{loss} + T_{st4} \cdot (\dot{m}_{CO_2} \cdot C_{p,CO_2} + \dot{m}_{H_2O} \cdot C_{p,H_2O} + \dot{m}_{N_2} \cdot C_{p,N_2}) - \dot{m}_{u,in} \cdot C_{p,u,in} \cdot T_{st3} - \dot{m}_{w,in} \cdot C_{p,w,in} \cdot T_{st1}] \cdot \frac{1}{\dot{m}_{C_3H_8}} \dots\dots\dots (3.1)$$

Setelah nilai *LHV* didapat maka selanjutnya yaitu menghitung efisiensi dari alat *flow calorimeter* maka didapat tingkat efisiensi sekian (%).

$$\text{Efisiensi FC} = \frac{\dot{Q} \text{ diserap air}}{\dot{m}_{LPG} \cdot NK_{LPG}} \dots\dots\dots (3.2)$$

Tahap selanjutnya kesimpulan dari analisis data yang dilakukan, pada kesimpulan dapat disimpulkan bahwa pengaruh dari debit aliran 2 LPM terhadap nilai kalor dan efisiensi yang didapat dari analisis data pada masing-masing data pengujian yang diambil dan dianalisis.

Selanjutnya penelitian dinyatakan selesai dengan analisis pengaruh debit aliran air terhadap efisiensi *flow calorimeter* yang telah disimpulkan.

