

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yaitu metode yang digunakan untuk menjawab perumusan masalah yang sudah ditetapkan. Metode penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah membandingkan antara data eksperimental dan data teoritik dari pengujian kalorimeter aliran guna mencari nilai kalor bahan bakar yang digunakan (LPG).

Ada dua buah variabel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu :

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang besarnya ditentukan sebelum penelitian. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah perbandingan debit LPG, udara dan air, yaitu : 0,4:9,6:1 dan 0,5:12:1.

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah variabel yang besarnya ditentukan setelah penelitian. Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah nilai kalor LPG 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 penelitian, alat kalorimeter yang sudah ada dilakukan sedikit modifikasi / penambahan alat sekitar 2 bulan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Mei 2018.

3.3 Alat

Alat yang digunakan untuk penelitian antara lain :

1. Kalorimeter Aliran

Alat kalorimeter aliran ini digunakan dalam penelitian dengan bentuk silinder tunggal, terbuat dari *stainless steel* yang dibalut dengan aluminium foil. Alat ini memiliki dimensi sebagai berikut :

- Diameter : 210 mm
- Tinggi : 680 mm

Di dalam dasar tabung juga terdapat saluran pembakaran yang berbentuk 9 silinder kecil dengan diameter 25,4 mm. Kalorimeter aliran ditunjukkan pada gambar (3.1).



Gambar 3.1 Kalorimeter Aliran

2. *Flowmeter*

Flowmeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran masa suatu zat. Dalam penelitian ini menggunakan dua jenis *flowmeter*, yaitu :

a. *Flow meter* air

Flow meter air adalah jenis *flow meter* untuk mengukur laju aliran massa berupa air. *Flow meter* ini tidak menggunakan regulator dan memiliki ukuran dari 0 – 7 LPM atau 0 – 2 GPM. *Flow meter* air ditunjukkan pada gambar (3.2).



Gambar 3.2 *Flowmeter* Air

b. *Flow meter* udara

Flow meter udara adalah jenis *flow meter* untuk mengukur laju aliran massa berupa udara. *Flow meter* ini menggunakan regulator sebagai pengatur keluarnya udara dengan ukuran 0 – 25 LPM. Penelitian ini menggunakan dua buah alat *flow meter*, masing-masing untuk mengukur laju LPG dan kompresor. *Flow meter* udara ditunjukkan pada gambar (3.3).



Gambar 3.3 *Flowmeter* Udara

3. Katup (*valve*)

Katup (*valve*) adalah alat yang digunakan sebagai regulator atau pengatur laju suatu aliran. Pada penelitian ini katup digunakan sebagai

pengatur debit air dan juga sebagai pengganti pada regulator *flow meter* udara apabila terjadi kebocoran. Katup ditunjukkan pada gambar (3.4).



Gambar 3.4 Katup (*Valve*)

4. Kompresor

Kompresor adalah alat yang digunakan untuk menyuplai udara pada proses pembakaran. Pada penelitian ini kompresor yang digunakan adalah kompresor merk Krisbow dengan spesifikasi :

- Daya : 3 HP / 2,2 kW
- Tegangan : 220 V / 1 Ph
- Tekanan : 10 bar / 145 psi
- Kapasitas tangki : 120 l
- *Max air displacement* : 250 LPM.

Kompresor ditunjukkan pada gambar (3.5).



Gambar 3.5 Kompresor

5. Alumunium Foil

Alumunium foil adalah bahan alumunium yang berbentuk lembaran dan lunak. Pada penelitian ini digunakan sebagai isolator dari tabung kalorimeter serta digunakan sebagai penutup pada tungku pembakaran dengan tujuan agar udara dari luar tidak mempengaruhi pada proses pembakaran. Alumunium foil ditunjukka pada gambar (3.6).



Gambar 3.6 Alumunium Foil

6. Thermocouple

Thermocouple adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu suatu zat dengan bantuan alat thermoreader. Pada penelitian ini, penulis menggunakan 4 buah thermocouple jenis K dengan kapasitas pengukuran -200°C -- 1250°C. *Thermocouple* ini terbuat dari nikel dan kromium pada sisi positif dan terbuat dari nikel dan kromium pada sisi negatif. *Thermocouple* K ditunjukkan pada gambar (3.7).



Gambar 3.7 *Thermocouple* K

7. *Thermoreader*

Thermoreader adalah alat yang digunakan untuk membaca nilai suhu dari thermocouple dari hasil pengukuran terhadap zat tersebut. *Thermoreader* ini memiliki 3 jenis pembacaan suhu yaitu °C, °F dan K serta memiliki kapasitas pengukuran $-200^{\circ}\text{C} - 1.372^{\circ}\text{C}$. *Thermoreader* ditunjukkan pada gambar (3.8).



Gambar 3.8 *Thermoreader*

8. Stopwatch

Stopwatch digunakan untuk memberikan waktu terhadap pengambilan data. Pengujian dilakukan dengan waktu 60 menit untuk setiap variable, dengan tiap 2 menit sekali diambil data suhunya. Stopwatch ditunjukkan pada gambar (3.9).



Gambar 3.9 Stopwatch

9. *Thermometer*

Thermometer ini digunakan untuk acuan dalam mencari kalibrasi dari *thermocouple*. *Thermometer* ini memiliki ukuran kapasitas dari 0 - 100°C. *Thermometer* ditunjukkan pada gambar (3.10).



Gambar 3.10 *Thermometer*

10. Pemantik Api

Pemantik api ini digunakan sebagai sumber api, karena dirasa lebih aman dan efisien. Pemantik api ditunjukkan pada gambar (3.11).



Gambar 3.11 Pemantik Api

11. Burner

Burner adalah tungku pembakaran pada kalorimeter ini. Pada penelitian ini penulis menggunakan 2 buah burner kompor gas tipe mawar dengan mencopot bagian bunga dan spuyernya. Kedua burner ini

disatukan dengan cara dilas. Burner pertama untuk masuknya gas LPG (C_3H_8) sedangkan burner ke dua untuk masuknya udara dari kompresor. Burner ditunjukkan pada gambar (3.12).



Gambar 3.12 Burner

12. Regulator

Regulator digunakan sebagai pengontrol keluarnya gas serta sebagai pengaman bilamana terjadi hal – hal yang tidak diinginkan. Regulator ditunjukkan pada gambar (3.13).



Gambar 3.13 Regulator

13. Selang Gas

Selang gas digunakan sebagai penyambung antara regulator, flowmeter udara, dan burner. Selang gas ditunjukkan pada gambar (3.14).



Gambar 3.14 Selang Gas

14. Selang Air

Selang air digunakan sebagai penyalur air dari sumber air menuju tabung kalorimeter dan dari tabung kalorimeter menuju pembuangan. Selang air ini harus tahan terhadap panas. Selang air ditunjukkan pada gambar (3.15).



Gambar 3.15 Selang Air

15. Selang Udara

Selang udara ini digunakan sebagai penyalur udara antara kompresor, flowmeter udara dan burner. Selang udara ditunjukkan pada gambar (3.16)



Gambar 3.16 Selang Udara

16. Clamp

Clamp digunakan untuk mengikat semua sambungan pada selang. Clamp ini terbuat dari lempengan aluminium dengan draft yang berfungsi sebagai pengikat dengan bautnya. Penggunaan clamp yang baik dan benar sangat berguna untuk mencegah terjadinya kebocoran baik udara, air, maupun LPG. Clamp ditunjukkan pada gambar (3.17).



Gambar 3.17 Clamp

3.4 Bahan

1. *Liquid Petroleum Gas (LPG)*

Dalam penelitian ini menggunakan LPG dari Pertamina dengan kapasitas tabung 3 kg sebagai bahan bakar dan juga untuk dicari nilai kalornya. LPG ini dipilih selain karena mudah dipindahkan, dalam penelitian ini juga tidak terlalu banyak menghabiskan bahan bakar.



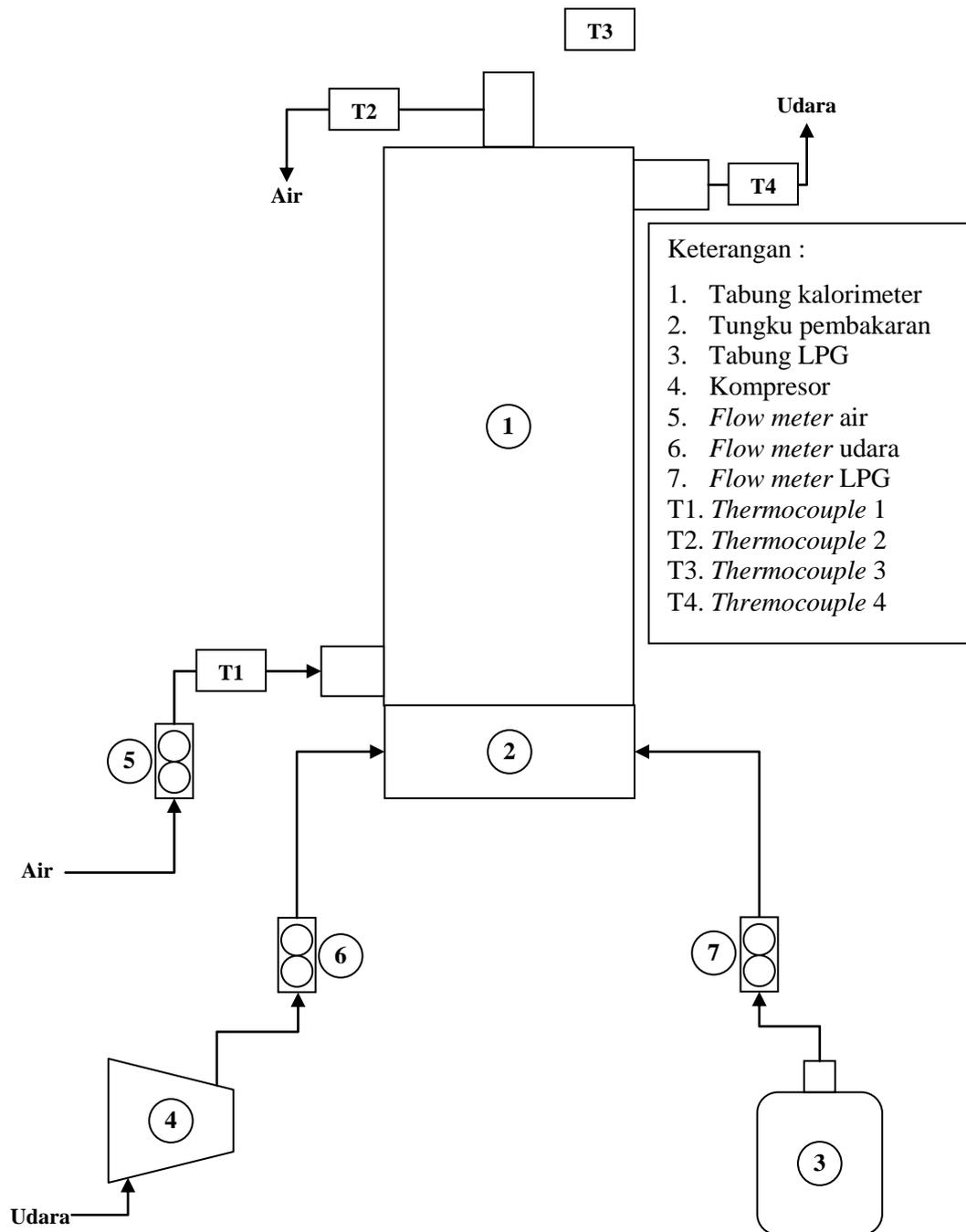
Gambar 3.18 *Liquid Petroleum Gas (LPG)*

2. Air

Air digunakan sebagai media aliran panas, sehingga suhu dari perpindahan panas yang terjadi dapat diketahui. Air yang digunakan pada penelitian ini menggunakan air kran biasa dari ruang lab.

3.5 Skema Alat Kalorimeter Aliran

Skema kerja alat kalorimeter aliran ditunjukkan pada gambar (3.19), sebagaiberikut :



Gambar 3.19 Skema Alat Kalorimeter Aliran

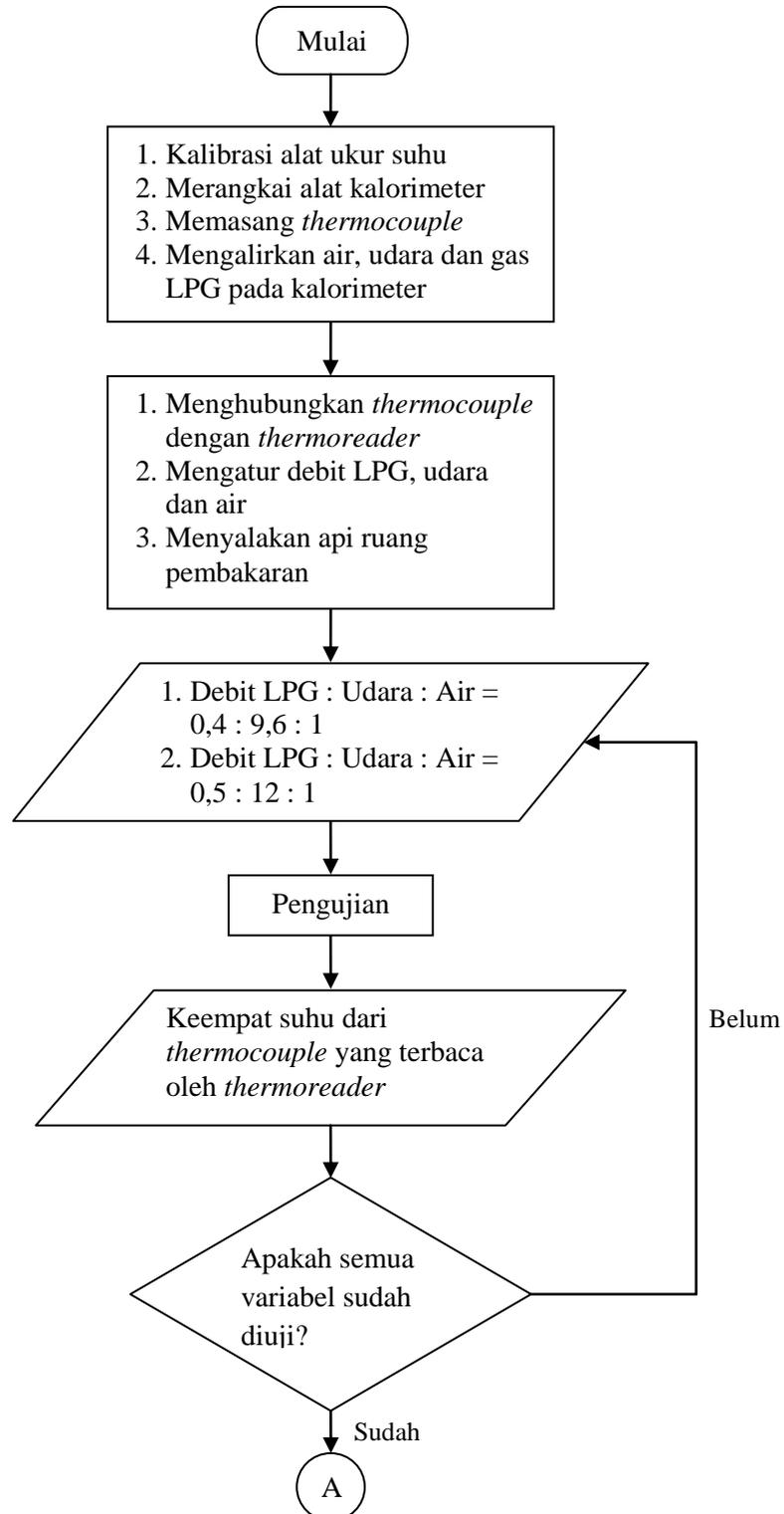
3.6 Prosedur Penelitian

Ada beberapa prosedur atau langkah penelitian, sebagai berikut :

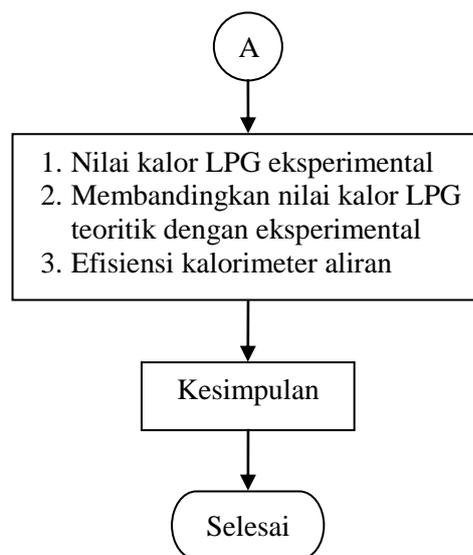
1. Menyiapkan alat kalorimeter aliran
2. Memasang selang air pada sumber air
3. Menunggu sampai tabung kalorimeter terisi penuh dengan air
4. Mengatur laju aliran massa air 1 LPM pada *flowmeter* air
5. Mengatur laju aliran LPG 0,4 dan 0,5 LPM pada *flowmeter* LPG
6. Mengatur laju aliran massa udara 9,6 dan 12 LPM pada *flowmeter* udara
7. Menyalakan api pada tungku dengan pemantik api
8. Menghubungkan keempat *thermocouple* yang sudah ditentukan
9. Setiap 2 menit dalam waktu 60 menit mencatat suhu yang dibaca pada *thermoreader*
10. Mengulangi pencatatan untuk variabel yang kedua
11. Setelah selesai, menutup kran, mematikan api dan menunggu beberapa saat sebelum membuang air dalam tabung kalorimeter

3.7 Diagram Alir Pengujian

Diagram alir pengujian seperti gambar (3.20), sebagai berikut :



Gambar 3.20 Diagram Alir Pengujian



Gambar 3.20 Diagram Alir Pengujian (lanjutan)

Sesuai dengan diagram alir di atas, maka tahan pertama yang harus dilakukan adalah kalibrasi alat ukur suhu. Kalibrasi adalah kegiatan untuk menentukan keakuratan antara *thermocouple* dan *thermometer*. *Thermometer* digunakan sebagai acuan dari keakuratan *thermocouple*. Kegiatan ini dilakukan dengan cara mengukur suhu air menggunakan kedua alat ukur tersebut, sehingga bisa menentukan perbedaan nilai yang dihasilkan dari kedua alat tersebut. Nilai tersebut bisa digunakan untuk menentukan nilai kalibrasi.

Setelah menentukan nilai kalibrasi dari *thermocouple*, langkah selanjutnya yaitu memasang keempat alat *thermocouple*. T_1 dipasang pada selang air masuk, T_2 dipasang pada selang air keluar, T_3 dipasang pada ujung atas tabung kalorimeter untuk mengukur suhu ruangan, T_4 dipasang pada lubang pembuangan pembakaran untuk mengukur suhu hasil pembakaran.

Langkah selanjutnya yaitu merangkai alat kalorimeter, seperti menghubungkan regulator ke LPG, menghubungkan selang gas ke *flowmeter* udara, menghubungkan selang gas dari *flowmeter* ke burner, menghubungkan selang air ke *flowmeter* air, menghubungkan selang air dari *flowmeter* ke tabung kalorimeter, menghubungkan selang udara ke *flowmeter* udara, menghubungkan selang udara dari *flowmeter* ke burner. Semua sambungan harus diusahakan kuat dan tidak bocor agar aman dan tidak mempengaruhi dalam pengambilan data.

Buka semua katub, baik dari ketiga *flowmeter* maupun katub dari burner. Alirkan air ke tabung kalorimeter sampai penuh, tunggu beberapa saat sampai air keluar dari tabung. Alirkan gas LPG dan udara dari kompresor kemudian nyalakan tungku pembakaran dengan pemantik api. Usahakan bukaan katub $\frac{1}{4}$ atau dibawahnya agar nyala api tidak terlalu besar.

Setelah semua siap, setting pada alat *flowmeter* sesuai dengan parameter yang akan diuji. Dalam penelitian ini, dilakukan 2 tahap pengambilan data. Untuk tahap pertama parameter yang digunakan yaitu debit air 1 LPM, debit LPG 0,4 LPM, debit udara 9,6 LPM. Pada tahap kedua parameter yang digunakan yaitu debit air 1 LPM, debit LPG 0,5 LPM, dan debit udara 12 LPM.

Pada setiap tahap, catat keempat data suhu yang dihasilkan *thermocouple*. Pencatatan ini dilakukan setiap 2 menit sekali dalam waktu 60 menit untuk tiap tahap parameter. Dalam pengambilan data, usahakan selalu mengecek ketiga *flowmeter* agar aliran laju massa tetap stabil.

Apabila dalam pengambilan data suhu tiap *thermocouple* tidak bisa dibaca oleh *thermoreader*, langkah yang harus dipilih adalah setting ulang penelitian. Hal ini harus dilakukan karena dapat mempengaruhi nilai suhu yang tidak akurat sehingga mengakibatkan kesalahan dalam perhitungan.

Setelah semua data sudah berhasil didapatkan, langkah selanjutnya yaitu analisis data. Data yang diambil untuk dianalisis dari percobaan adalah data dimana suhu T_2 dianggap *steady*. Data tersebut akan digunakan untuk menentukan nilai kalor LPG dan efisiensi dari kalorimeter ini.

Tahap terakhir adalah menentukan kesimpulan. Pada tahap ini akan disimpulkan tentang pengaruh dari debit *flowmeter* terhadap nilai kalor LPG serta efisiensi dari data yang sudah dimiliki.