

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI DEBIT LPG (0,2 DAN 0,3 LPM) PADA DEBIT AIR
1 LPM TERHADAP NILAI KALOR EKSPERIMENTAL DAN
EFISIENSI KALORIMETER ALIRAN**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat
Strata-1 Pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



Disusun Oleh :

MULYO SETIYONO

20130130378

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya,

Nama : Mulyo Setiyono

Nomor Mahasiswa : 20130130378

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 25 Maret 2019



Mulyo Setiyono

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia serta hidayah-Nya sehingga penulis masih dalam keadaan iman dan ihsan. Atas petunjuk dan ridho-Nya pula, penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH VARIASI DEBIT LPG (0,2 DAN 0,3 LPM) PADA DEBIT AIR 1 LPM TERHADAP NILAI KALOR EKSPERIMENTAL DAN EFISIENSI KALORIMETER ALIRAN”** dengan baik dan lancar tanpa halangan yang berarti. Shalawat serta salam juga penulis haturkan kepada Rasulullah SAW yang telah membawa manusia kepada zaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang studi Strata-1 pada Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Kelancaran dalam mempersiapkan dan menyelesaikan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karenanya, dengan penuh rasa hormat, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Tito Hadji Agung Santosa, S.T., M.T. dan Dr. Wahyudi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan serta bimbingan selama penyusunan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Ir. Sudarja, M.T. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan, koreksi dan saran yang sangat membangun dan bermanfaat bagi penulis.
4. Staf pengajar, Laboran dan Tata Usaha Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Ibu yang selalu berjuang dengan gigih membesarkan dan mendidik dengan penuh kasih sayang.

6. Almarhum Ayah yang telah menanamkan ilmu dari arti sebuah pengorbanan, meskipun tidak bisa mendampingi untuk saat ini.
7. Ayah angkat yang selalu memberikan dorongan moriil dan materiil dalam proses penyelesaian tugas akhir ini
8. Adikku yang selalu memberikan semangat dan dorongan sehingga tugas akhir ini bisa terselesaikan.
9. Teman-teman Teknik Mesin yang selalu memberikan bantuan dan semangat selama pengerjaan tugas akhir.
10. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari dalam masih banyak kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang dapat menambah pengetahuan serta lebih menyempurnakan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 25 Maret 2019

Mulyo Setiyono

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN..... | iii |
| KATA PENGANTAR..... | iv |
| DAFTAR ISI..... | vi |
| DAFTAR GAMBAR..... | viii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN..... | xii |
| INTISARI | xiv |
| ABSTRACT | xv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Batasan Masalah | 2 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 2 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 3 |
| BAB II LANDASAN TEORI | 4 |
| 2.1 Tinjauan Pustaka..... | 4 |
| 2.2 Dasar Teori | 7 |
| 2.2.1 Kalorimeter..... | 7 |
| 2.2.2 <i>Liquified petroleum gas</i> (LPG) | 8 |
| 2.2.3 Kalor, nilai kalor, kalor jenis dan kapasitas kalor | 9 |
| 2.2.4 Perpindahan kalor..... | 11 |
| 2.2.5 Proses reaksi pembakaran | 13 |
| 2.2.6 Entalpi dan perubahannya | 15 |
| 2.2.7 Suhu nyala adiabatik | 17 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 20 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1 Pendekatan Penelitian | 20 |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 20 |
| 3.3 Alat | 21 |
| 3.4 Bahan | 31 |
| 3.5 Skema Alat Kalorimeter Aliran | 32 |
| 3.6 Prosedur Penelitian | 33 |
| 3.7 Diagram Alir Pengujian | 34 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 37 |
| 4.1 Nilai Kalor LPG Teoritis | 37 |
| 4.2 Kalibrasi..... | 39 |
| 4.3 Hasil Kalibrasi | 40 |
| 4.4 Hasil Pengujian Kalorimeter..... | 44 |
| 4.4.1 Variasi debit LPG 0,2 LPM..... | 44 |
| 4.4.2 Variasi debit LPG 0,3 LPM..... | 50 |
| 4.5 Hasil Perhitungan..... | 57 |
| 4.6 Perbandingan Hasil Perhitungan Variasi Debit LPG..... | 58 |
| BAB V PENUTUP | 60 |
| 5.1 Kesimpulan | 60 |
| 5.2 Saran | 60 |
| DAFTAR PUSTAKA | 61 |
| LAMPIRAN..... | 63 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Kalorimeter Aliran | 7 |
| Gambar 2.2 Kalorimeter Bom..... | 8 |
| Gambar 2.3 <i>Liquified Petroleum Gas</i> (LPG)..... | 9 |
| Gambar 2.4 Skema Proses Pembakaran (Josseph,1991)..... | 17 |
| Gambar 2.5 Pembakaran Temperatur Nyala Adiabatik (Cengel, 2005) | 18 |
| Gambar 3.1 Kalorimeter Aliran | 21 |
| Gambar 3.2 <i>Flow meter</i> Air | 22 |
| Gambar 3.3 <i>Flow meter</i> Udara..... | 23 |
| Gambar 3.4 Katup (<i>Valve</i>) | 23 |
| Gambar 3.5 Kompresor..... | 24 |
| Gambar 3.6 Alumunium <i>Foil</i> | 24 |
| Gambar 3.7 <i>Thermocouple</i> K..... | 25 |
| Gambar 3.8 <i>Thermoreader</i> | 26 |
| Gambar 3.9 <i>Stopwatch</i> | 26 |
| Gambar 3.10 <i>Thermometer</i> | 27 |
| Gambar 3.11 Pemantik Api..... | 27 |
| Gambar 3.12 <i>Burner</i> | 28 |
| Gambar 3.13 Regulator | 28 |
| Gambar 3.14 Selang Gas..... | 29 |
| Gambar 3.15 Selang Air..... | 29 |
| Gambar 3.16 Selang Udara | 30 |
| Gambar 3.17 Clamp | 30 |
| Gambar 3.18 <i>Liquid Potrelium Gas</i> (LPG)..... | 31 |
| Gambar 3.19 Skema Alat Kalorimeter Aliran..... | 32 |
| Gambar 3.20 Diagram Alir Pengujian | 34 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.1 Grafik Kalibrasi T_1 | 41 |
| Gambar 4.2 Grafik Kalibrasi T_2 | 42 |
| Gambar 4.3 Grafik Kalibrasi T_3 | 43 |
| Gambar 4.4 Grafik Kalibrasi T_4 | 43 |
| Gambar 4.5 Grafik Suhu T_{st} 4 terhadap Waktu | 46 |
| Gambar 4.6 Grafik Suhu T_{st} 2 terhadap Waktu | 47 |
| Gambar 4.7 Grafik Suhu T_{st} 4 terhadap Waktu | 53 |
| Gambar 4.8 Grafik Suhu T_{st} 2 terhadap Waktu | 53 |
| Gambar 4.9 Grafik Nilai Kalor | 57 |
| Gambar 4.10 Grafik Efisiensi Kalorimeter Aliran | 58 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Entalpi Pembakaran pada Beberapa Zat (Jossephe , 1991) | 17 |
| Tabel 4.1 Data Kalibrasi | 40 |
| Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian (0,2 LPM) LPG | 44 |
| Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian (0,2 LPM) LPG dengan Suhu Standar | 45 |
| Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian (0,3 LPM) LPG | 50 |
| Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian (0,3 LPM) LPG Dengan Suhu Standar | 51 |
| Tabel 4.6 Data Hasil Perhitungan | 57 |
| Tabel 4.5 Data Perbandingan Hasil Perhitungan | 58 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|----|
| Lampiran 1. Tabel A-1 Termodinamika Teknik (Cengel, 2005)..... | 63 |
| Lampiran 2. Tabel A-2 (a) Termodinamika Teknik (Cengel, 2005)..... | 64 |
| Lampiran 3. Tabel A-2 (b) Termodinamika Teknik (Cengel, 2005) | 65 |
| Lampiran 4. Tabel A-2 (c) Termodinamika Teknik (Cengel, 2005)..... | 66 |
| Lampiran 5. Tabel A-3 (a) Termodinamika Teknik (Cengel, 2005)..... | 67 |
| Lampiran 6. Tabel A-26 Termodinamika Teknik (Cengel, 2005)..... | 68 |
| Lampiran 7. Gambar <i>Drawing Assembly</i> Kalorimeter Aliran (Rahardi, 2017) | 69 |
| Lampiran 8. Gambar <i>Drawing Part 1</i> Tabung Kalorimeter (Rahardi, 2017) | 70 |
| Lampiran 9. Gambar <i>Drawing Part 2</i> Tabung Kalorimeter (Rahardi, 2017) | 71 |
| Lampiran 10. Gambar <i>Drawing Part 3</i> Tabung Kalorimeter (Rahardi, 2017) | 72 |

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

| | |
|----------------------|---|
| Q | : Kalor (J) |
| m | : Massa zat (kg) |
| c | : Kalor jenis zat (kJ/kg.°C) |
| ΔT | : Perbedaan suhu (°C) |
| m_{air} | : Massa udara (kg) |
| m_{bb} | : Massa bahan bakar (kg) |
| $h_{fg,air}$ | : Entalpi penguapan air (= 2.441, 7 kJ/kg) |
| C | : Kapasitas Kalor (J/°C) |
| \dot{Q} | : Laju aliran kalor (Watt) |
| k | : Konduktivitas termal (W/m ² .K) |
| L | : Panjang lintasan (m) |
| h | : Koefisien konveksi (W/m ² .K) |
| e | : Koefisien emisivitas ($0 \leq e \leq 1$) |
| σ | : Tetapan Stefan-Boltzmann ($5,67 \times 10^{-8}$ W/m ² .K ⁴) |
| ϕ | : Ekuivalensi ratio |
| EA | : Excess air |
| ΔH°_f | : Perubahan entalpi pembentukan (kJ/kmol) |
| ΔH°_d | : Perubahan entalpi penguraian (kJ/kmol) |
| ΔH°_c | : Perubahan entalpi pembentukan (kJ/kmol) |
| N_p | : Molar produk |
| N_r | : Molar reaktan |
| W | : Transfer Energi (kJ/kmol) |
| AFR_{act} | : <i>Air Fuel Ratio</i> aktual |
| AFR_{sto} | : <i>Air Fuel Ratio</i> stoikiometris |
| HV | : <i>Heating value</i> (kJ/kg) |

| | |
|------------------------|--|
| HHV | : <i>Highest heating value</i> (kJ/kg) |
| LHV | : <i>Lowest heating value</i> (kJ/kg) |
| $H_{P_{\text{gas}}}$ | : Kalor produk gas (kJ/kmol) |
| $H_{P, \text{liquid}}$ | : Kalor produk cair (kJ/kmol) |
| H_R | : Kalor reaksi (kJ/kmol) |
| LPG | : <i>Liquid Petroleum Gas</i> |
| M_r | : Massa molar (kg/kmol) |
| T_1 | : <i>Termocouple 1</i> (°C) |
| T_2 | : <i>Termocouple 2</i> (°C) |
| T_3 | : <i>Termocouple 3</i> (°C) |
| T_4 | : <i>Termocouple 4</i> (°C) |
| Tst 1 | : <i>Termocouple 1</i> (°C) |
| Tst 2 | : <i>Termocouple 2</i> (°C) |
| Tst 3 | : <i>Termocouple 3</i> (°C) |
| Tst 4 | : <i>Termocouple 4</i> (°C) |
| LPM | : Liter per menit |
| R^2 | : Regresi |
| Q_{loss} | : Kalor lepas (kJ/kg) |
| \dot{m} | : Laju aliran massa (kg/menit) |
| η | : Efisiensi (%) |