

**PENGARUH VARIASI DEBIT LPG (0,4 DAN 0,5 LPM) TERHADAP
NILAI KALOR EKSPERIMENTAL DAN EFISIENSI KALORIMETER
ALIRAN PADA DEBIT AIR 1 LPM**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

ANDI SAPUTRA

20130130379

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

2019

PERNYATAAN

Dengan ini saya,

Nama : Andi Saputra

Nomor Mahasiswa : 20130130379

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,

2019



Andi Saputra

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 (0,4 DAN 0,5 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 Reli Adi Himarosa, S.T., M.Eng. 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. Bapak yang telah menanamkan ilmu dari arti sebuah pengorbanan, meskipun tidak bisa mendampingi untuk saat ini.
7. Adikku yang selalu memberikan semangat dan dorongan sehingga tugas akhir ini bisa terselesaikan.
8. Teman-teman Teknik Mesin yang selalu memberikan bantuan dan semangat selama pengerjaan tugas akhir.
9. 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, 2019

Andi Saputra

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	6
2.2.1 Kalorimeter.....	6
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	19
3.1	Pendekatan Penelitian	19
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.3	Alat	19
3.4	Bahan	28
3.5	Skema Alat Kalorimeter Aliran	30
3.6	Prosedur Penelitian	31
3.7	Diagram Alir Pengujian	32
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1	Nilai Kalor LPG Teoritis	35
4.2	Kalibrasi.....	37
4.3	Hasil Kalibrasi	38
4.4	Hasil Pengujian Kalorimeter.....	41
4.4.1	Variasi debit LPG 0,4 LPM.....	41
4.4.2	Variasi debit LPG 0,5 LPM.....	47
4.5	Hasil Perhitungan.....	52
4.6	Perbandingan Hasil Perhitungan Variasi Debit LPG.....	54
BAB V	PENUTUP	56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57	
LAMPIRAN.....	59	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kalorimeter Aliran	7
Gambar 2.2 Kalorimeter Bom.....	8
Gambar 2.3 <i>Liquified Petroleum Gas</i> (LPG).....	8
Gambar 2.4 Skema Proses Pembakaran (Josseph,1991).....	16
Gambar 2.5 Pembakaran Temperatur Nyala Adiabatik (Cengel, 2005)	18
Gambar 3.1 Kalorimeter Aliran	20
Gambar 3.2 <i>Flow meter</i> Air	21
Gambar 3.3 <i>Flow meter</i> Udara.....	21
Gambar 3.4 Katup (<i>Valve</i>)	22
Gambar 3.5 Kompresor.....	22
Gambar 3.6 Alumunium <i>Foil</i>	23
Gambar 3.7 <i>Thermocouple</i> K.....	23
Gambar 3.8 <i>Thermoreader</i>	24
Gambar 3.9 <i>Stopwatch</i>	24
Gambar 3.10 <i>Thermometer</i>	25
Gambar 3.11 Pemantik Api.....	25
Gambar 3.12 <i>Burner</i>	26
Gambar 3.13 Regulator	26
Gambar 3.14 Selang Gas.....	27
Gambar 3.15 Selang Air.....	27
Gambar 3.16 Selang Udara	28
Gambar 3.17 Clamp	28
Gambar 3.18 <i>Liquid Potrelium Gas</i> (LPG).....	29
Gambar 3.19 Skema Alat Kalorimeter Aliran.....	30
Gambar 3.20 Diagram Alir Pengujian	

Gambar 4.1 Grafik Kalibrasi T_1	39
Gambar 4.2 Grafik Kalibrasi T_2	39
Gambar 4.3 Grafik Kalibrasi T_3	40
Gambar 4.4 Grafik Kalibrasi T_4	40
Gambar 4.5 Grafik Suhu T_{st} 4 terhadap Waktu.....	43
Gambar 4.6 Grafik Suhu T_{st} 2 terhadap Waktu.....	43
Gambar 4.7 Grafik Suhu T_{st} 4 terhadap Waktu.....	49
Gambar 4.8 Grafik Suhu T_{st} 2 terhadap Waktu.....	49
Gambar 4.9 Grafik Nilai Kalor	53
Gambar 4.10 Grafik Efisiensi Kalorimeter Aliran	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Entalpi Pembakaran pada Beberapa Zat (Josseph , 1991)	17
Tabel 4.1 Data Kalibrasi	38
Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian (0,4 LPM) LPG	41
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian (0,4 LPM) LPG dengan Suhu Standar	42
Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian (0,5 LPM) LPG	47
Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian (0,5 LPM) LPG Dengan Suhu Standar	48
Tabel 4.6 Data Hasil Perhitungan	52
Tabel 4.7 Data Perbandingan Hasil Perhitungan	5

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel A-1 Termodinamika Teknik (Cengel, 2005).....	59
Lampiran 2. Tabel A-2 (a) Termodinamika Teknik (Cengel, 2005).....	60
Lampiran 3. Tabel A-2 (b) Termodinamika Teknik (Cengel, 2005)	61
Lampiran 4. Tabel A-2 (c) Termodinamika Teknik (Cengel, 2005).....	62
Lampiran 5. Tabel A-3 (a) Termodinamika Teknik (Cengel, 2005).....	63
Lampiran 6. Tabel A-26 Termodinamika Teknik (Cengel, 2005).....	64
Lampiran 7. Gambar <i>Drawing Assembly</i> Kalorimeter Aliran (Rahardi, 2017)	65
Lampiran 8. Gambar <i>Drawing Part 1</i> Tabung Kalorimeter (Rahardi, 2017)	66
Lampiran 9. Gambar <i>Drawing Part 2</i> Tabung Kalorimeter (Rahardi, 2017)	67
Lampiran 10. Gambar <i>Drawing Part 3</i> Tabung Kalorimeter (Rahardi, 2017)	68

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)
$T_{st 1}$: <i>Termocouple 1</i> (°C)
$T_{st 2}$: <i>Termocouple 2</i> (°C)
$T_{st 3}$: <i>Termocouple 3</i> (°C)
$T_{st 4}$: <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 (%)