

TUGAS AKHIR

PENENTUAN NILAI KALOR LPG DAN EFISIENSI KALORIMETER ALIRAN DENGAN UDARA BERLEBIH (*EXCESS AIR*) 20% DAN 30%

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



UMY

**UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
YOGYAKARTA**

Unggul & Islami

Disusun Oleh :

PADMA OVI KUSUMA

20150130040

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2020**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Padma Ovi Kusuma

NIM : 20150130040

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang berjudul:

PENENTUAN NILAI KALOR LPG DAN EFISIENSI KALORIMETER ALIRAN DENGAN UDARA BERLEBIH (*EXCESS AIR*) 20% DAN 30%

merupakan bagian dari penelitian dosen pembimbing dan segala proses publikasi harus seizin dosen yang bersangkutan dan skripsi ini benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada inisari manapun, serta bukan karya jiplakan. Penulis bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik bila ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Yogyakarta, 8 Agustus 2020



Padma Ovi Kusuma

20150130040

MOTTO

Jangan sampai melupakan hal ini : Sholat, Shadaqah, Usaha dan Nabung.

Selalu awali semuanya dengan berkata BISMILLAH.

Lakukan sesuatu yang baru dan janganlah takut, karena jika kamu takut maka kau tidak dapat merasakannya.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis mempersembahkan untuk:

Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, rahmat, rezeki, dan hidayah atas semua yang saya butuhkan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik.

Kedua orang tua saya yang tercinta ibu Samina, Bapak Gatot Suharto dan Kakak saya Odi Vikhi Kusuma. Saya mengucapkan banyak terimakasih atas doa, kasih sayang, semangat, dan pengorbanan yang telah diberikan.

Teman satu angkatan Teknik Mesin 2015 yang selalu mendukung,.

Temen satu nasib perkerja di PT.Aseli Dagadu Djodja yang sesama mahasiswa sambil bekerja mencari nafkah sendiri demi masa depan saya ucapan terimakasih banyak atas doa dan semangatnya

Teman satu TIM pendiri Angkringan Cah Bagoes telah support saya

Bapak dosen pembimbing Tito Hadji Agung Santosa, S.T.,M.T yang selalu sabar dan tidak terburu – buru dalam membimbing saya. Terimakasih untuk semuanya

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 “**PENENTUAN NILAI KALOR LPG DAN EFISIENSI KALORIMETER ALIRAN DENGAN UDARA BERLEBIH (*EXCESS AIR*) 20% DAN 30%**” 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 Ir. 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. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan serta bimbingan selama penyusunan tugas akhir.
3. 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 S1 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. Kakak saya 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, Agustus 2020

Padma Ovi Kusuma

DAFTAR ISI

JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN.....	
MOTTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR.....	
DAFTAR ISI.....	
DAFTAR GAMBAR.....	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR LAMPIRAN	
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	
INTISARI	
ABSTRACT	
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakaang	
1.2 Rumusan Masalah	
1.3 Batasan Masalah	
1.4 Tujuan Peneltian	
1.5 Manfaat Penelitian	
BAB 2 LANDASAN TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	
2.2 Dasar Teori.....	

2.2.1 Kalorimeter	
2.2.2 <i>Liquified Petroleum Gas</i> (LPG).....	
2.2.3 Kalor dan Nilai Kalor.....	
2.2.4 Kalor Jenis dan Kapasitas Kalor	
2.2.5 Perpindahan Kalor	
2.2.6 Proses Reaksi Pembakaran.....	
2.2.7 Entalpi dan Perubahannya.....	
2.2.8 Suhu Nyala Adiabatik	

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian	
3.2 Tempat Penelitian	
3.3 Alat	
3.4 Bahan	
3.5 Skema Alat.....	
3.6 Prosedur Penelitian	
3.7 Diagram Alir Pengujian	

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Nilai Kalor Teoritis LPG	
4.2 Kalibrasi Thermokopel	
4.3 Perhitungan Variasi Debit Udara Berlebih (<i>Excess Air</i>).....	
4.4 Pengolahan Data Pengujian	

4.4.1 Pengolahan Data dengan debit LPG 0,4 Variasi Debit Udara dengan EA 20%	
4.4.2 Pengolahan Data dengan debit LPG 0,4 Variasi Debit Udara dengan EA 30%	
4.4.3 Pengolahan Data dengan debit LPG 0,5 Variasi Debit Udara dengan EA 20%	
4.4.4 Pengolahan Data dengan debit LPG 0,5 Variasi Debit Udara dengan EA 30%	
4.5 Perhitungan Nilai Kalor LPG Secara Eksperimental.....	
4.5.1 Perhitungan Nilai Kalor LPG Secara Eksperimental dengan Variasi Debit LPG 0,4 dan Debit Udara EA 20%.....	
4.5.2 Perhitungan Nilai Kalor LPG Secara Eksperimental dengan Variasi Debit LPG 0,4 dan Debit Udara EA 30%.....	
4.5.3 Perhitungan Nilai Kalor LPG Secara Eksperimental dengan Variasi Debit LPG 0,5 dan Debit Udara EA 20%.....	
4.5.4 Perhitungan Nilai Kalor LPG Secara Eksperimental dengan Variasi Debit LPG 0,5 dan Debit Udara EA 30%.....	
4.6 Hasil Perhitungan.....	
4.7 Pengaruh Udara Berlebih (Excess Air) dan Perbandingan Hasil Perhitungan	
BAB V PENUTUP.....	
5.1 Kesimpulan	
5.2 Saran	

DAFTAR PUSTAKA.....

LAMPIRAN.....

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kalorimeter Aliran	
Gambar 2.2 Kalorimeter Bom	
Gambar 2.3 Liquified Petroleum Gas (LPG).....	
Gambar 2.4 Skema Proses Pembakaran (Josseph,1991)	
Gambar 2.5 Pembakaran Temperatur Nyala Adiabatik (Cengel, 2005)	
Gambar 3.1 Kalorimeter Aliran	
Gambar 3.2 Flow meter Air	
Gambar 3.3 Flow meter Udara	
Gambar 3.4 Katup (Valve)	
Gambar 3.5 Kompresor	
Gambar 3.6 Alumunium Foil	
Gambar 3.7 Thermocouple K	
Gambar 3.8 Thermoreader	
Gambar 3.9 Stopwatch	
Gambar 3.10 Thermometer	
Gambar 3.11 Pemantik Api	
Gambar 3.12 Burner	
Gambar 3.13 Regulator	
Gambar 3.14 Selang Gas	
Gambar 3.15 Selang Air	

Gambar 3.16 Selang Udara	
Gambar 3.17 Clamp	
Gambar 3.18 Liquid Petroleum Gas (LPG)	
Gambar 3.19 Skema Alat Kalorimeter Aliran	
Gambar 3.20 Diagram Alir Pengujian	
Gambar 4.1 Kalibrasi Termokopel.....	
Gambar 4.2 Gambar 4.2 Grafik Kalibrasi T1, T2, T3, T4.....	
Gambar 4.3 Grafik Suhu Air Keluar (T2) Terhadap Waktu Debit LPG 0,4 Variasi Debit Udara dengan EA 20%	
Gambar 4.4 Grafik Suhu Gas Buang Keluar (T4) Terhadap Waktu Debit LPG 0,4 Variasi Debit Udara dengan EA 20%	
Gambar 4.5 Grafik Suhu Air Keluar (T2) Terhadap Waktu Debit LPG 0,4 Variasi Debit Udara dengan EA 30%	
Gambar 4.6 Grafik Suhu Gas Buang Keluar (T4) Terhadap Waktu Debit LPG 0,4 Variasi Debit Udara dengan EA 30%	
Gambar 4.7 Grafik Suhu Air Keluar (T2) Terhadap Waktu Debit LPG 0,5 Variasi Debit Udara dengan EA 20%	
Gambar 4.8 Grafik Suhu Gas Buang Keluar (T4) Terhadap Waktu Debit LPG 0,5 Variasi Debit Udara dengan EA 20%	
Gambar 4.9 Grafik Suhu Air Keluar (T2) Terhadap Waktu Debit LPG 0,5 Variasi Debit Udara dengan EA 30%	
Gambar 4.10 Grafik Suhu Gas Buang Keluar (T4) Terhadap Waktu Debit LPG 0,5 Variasi Debit Udara dengan EA 30%	

Gambar 4.11 Kestimbangan Energi pada Flow Calorimeter
Gambar 4.12 Grafik Perbandingan Nilai Kalor
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Efisiensi Kalorimeter Aliran.....

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perubahan entalpi pembakaran pada beberapa zat (Josseph , 1991)	
Tabel 4.1 Data Kalibrasi	
Tabel 4.2 Hasil pengujian dengan debit LPG 0,4 Variasi Debit Udara dengan EA 20%	
Tabel 4.3 Hasil pengujian dengan Suhu Terkalibrasi dengan EA = 20	
Tabel 4.4 Hasil pengujian dengan debit LPG 0,4 Variasi Debit Udara dengan EA 30%	
Tabel 4.5 Hasil pengujian dengan Suhu Terkalibrasi dengan EA = 30%	
Tabel 4.6 Hasil pengujian dengan debit LPG 0,5 Variasi Debit Udara dengan EA 20%	
Tabel 4.7 Hasil pengujian dengan Suhu Terkalibrasi dengan EA = 20%	
Tabel 4.8 Hasil pengujian dengan debit LPG 0,5 Variasi Debit Udara dengan EA 30%	
Tabel 4.9 Hasil pengujian dengan Suhu Terkalibrasi dengan EA = 30%	
Tabel 4 10 Hasil perhitungan	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel A-1 Termodinamika Teknik (Cengel, 2005)	
Lampiran 2. Tabel A-2 (a) Termodinamika Teknik (Cengel, 2005)	
Lampiran 3. Tabel A-2 (b) Termodinamika Teknik (Cengel, 2005)	
Lampiran 4. Tabel A-2 (c) Termodinamika Teknik (Cengel, 2005)	
Lampiran 5. Tabel A-3 (a) Termodinamika Teknik (Cengel, 2005)	
Lampiran 6. Tabel A-26 Termodinamika Teknik (Cengel, 2005)	
Lampiran 7. Gambar Drawing Assembly Kalorimeter Aliran (Rahardi, 2017)	
Lampiran 8. Gambar Drawing Part 1 Tabung Kalorimeter (Rahardi, 2017)	
Lampiran 8. Gambar Drawing Part 1 Tabung Kalorimeter (Rahardi, 2017)	
Lampiran 9. Gambar Drawing Part 2 Tabung Kalorimeter (Rahardi, 2017)	
Lampiran 10. Gambar Drawing Part 3 Tabung Kalorimeter (Rahardi, 2017)	

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 kalor (J/detik)
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)
$H_{p,gas}$: Kalor produk gas (kJ/kmol)
$H_{p,liquid}$: 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</i> 1 (°C)
T_2	: <i>Termocouple</i> 2 (°C)
T_3	: <i>Termocouple</i> 3 (°C)
T_4	: <i>Termocouple</i> 4 (°C)
$T_{st\ 1}$: <i>Termocouple</i> 1 (°C)
$T_{st\ 2}$: <i>Termocouple</i> 2 (°C)
$T_{st\ 3}$: <i>Termocouple</i> 3 (°C)
$T_{st\ 4}$: <i>Termocouple</i> 4 (°C)
LPM	: Liter per menit

R^2	: Regresi
Q_{loss}	: Kalor lepas (kJ/kg)
\dot{m}	: Laju aliran massa (kg/menit)
η	: Efisiensi (%)