

**PENGARUH VARIASI BUKAAN KATUP GAS PADA DEBIT
AIR 1 LPM TERHADAP NILAI KALOR DAN EFISIENSI
FLOW CALORIMETER DENGAN BAHAN BAKAR *LPG***

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh :

DEWA PURWA KRISWANDARI

20130130268

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2017

PERNYATAAN

Dengan ini saya,

Nama : Dewa Purwa Kriswandari

Nomor Mahasiswa : 20130130268

Saya menyatakan bahwa skripsi saya ini adalah murni hasil karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di Perguruan Tinggi dan dengan sepengetahuan 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, 18 Desember 2017



Dewa Purwa Kriswandari

MOTTO



مَنْ جَدَّ وَجَدَ

“Barang siapa yang bersungguh-sungguh, maka dia akan berhasil “

"Kegagalan hanya terjadi bila kita menyerah" (B.J Habibie)

"Kecerdasan adalah kemampuan untuk beradaptasi terhadap perubahan" (*Stephen Hawking*)

“Dunia tidak membutuhkan seorang pemalas, dunia butuh seorang yang gigih dan disiplin”

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan hidayahnya bagi setiap hamba-Nya yang bersyukur. Petunjuk-Mu selama hamba berada di kota ini untuk menuntut ilmu di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, di tempat ini sebuah karya yang hamba persembahkan kepada :

1. Ayah dan Ibu yang selalu memberikan motivasi untuk terus melangkah maju. Terimakasih ayah sudah mengajarkan apa itu perjuangan, konsistensi, pantang menyerah dan terimakasih ibu sudah mengajarkan arti kesederhanaan sehingga saya bisa menjadi pribadi yang lebih bersyukur.
2. Dimas, adik satu-satunya yang saya jadikan motivasi untuk menjadi pribadi yang lebih baik dan disiplin, sehingga saya bisa menjadi contoh yang baik.
3. Semua keluarga besar (Kaseran Hadi Winoto) yang selalu memberikan do'a dan dukungan.
4. Teman-teman yang selalu banyak membantu keluh kesah saya dan memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini. Terimakasih teman.
5. Almamater Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Semua pihak yang belum dapat disebutkan satu persatu. Saya ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum wr.wb.

Alhamdulillahil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT, shalawat dan salam selalu tucurahkan kepada Rasulullah SAW beserta sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir yang berjudul “**PENGARUH VARIASI BUKAAN KATUP GAS PADA DEBIT 1 LPM TERHADAP NILAI KALOR DAN EFISIENSI *FLOW CALORIMETER* DENGAN BAHAN BAKAR *LPG***” ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Selama penyusunan Tugas Akhir tentu banyak rintangan yang penyusun jumpai, akan tetapi dengan bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya bisa terselesaikan dengan baik. Dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya atas dukungan dan kerja sama dari berbagai pihak sehingga proses penyusunan tugas akhir ini bisa terselesaikan. Secara khusus penulis ucapkan 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 S, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan tugas akhir.
3. Bapak Thoharudin, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penyusunan tugas akhir.
4. Bapak Wahyudi, S.T.,M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan, koreksi dan saran yang sangat membangun dan bermanfaat bagi penulis.

5. Pak Mujiarto, Pak Mujiyana, dan Tata Usaha Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
6. Kedua orang tua dan semua keluarga yang selalu mendukung dan mendoakan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
7. Teman-teman Teknik Mesin yang selalu memberikan bantuan dan semangat selama pengerjaan Tugas Akhir.
8. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dikerahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan. Penulis bersedia menerima kritik dan saran yang bersifat membangun untuk hasil yang lebih baik. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis.

Wassalamu'alaikum wr.wb.

Yogyakarta, 18 Desember 2017

Penyusun

Dewa Purwa Kriswandari

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN	v
INTISARI	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Perancangan	2
1.5 Manfaat Perancangan	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Sifat Termal Zat	6
2.2.2 Kalorimeter	7
2.2.3 Mekanisme Perpindahan Panas	8
2.2.4 Proses dan Reaksi Pembakaran	11

2.2.5 Entalpi Pembakaran, Entalpi Reaksi dan Entalpi Pembentukan.....	13
2.2.6 Temperatur Nyala Adiabatik	14
2.2.7 Nilai Kalor	15
2.2.8 <i>Liquified Petroleum Gas (LPG)</i>	16
2.2.9 Nilai Kalor <i>LPG</i> secara Teoritis.....	16

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Skema Alat	19
3.2 Prosedur Pengujian	19
3.3 Diagram Alir Penelitian	20
3.4 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	21
3.3.1 Alat	23
3.3.2 Bahan	28
3.6 Rencana Analisis Data	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kalibrasi	30
4.2 Hasil Kalibrasi	31
4.3 Hasil Pengujian <i>Flow Calorimeter</i> dengan <i>LPG</i>	38
4.3.1 Debit aliran 1 LPM dengan bukaan katup gas $\frac{1}{8}$	38
4.4 Hasil Perhitungan Semua Variasi	47
4.5 Perbandingan Hasil Perhitungan Debit 1 LPM dengan Penelitian pada 2 LPM	47

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	49
5.2. Saran	49

DAFTAR PUSTAKA	51
-----------------------------	----

LAMPIRAN	53
-----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Entalpi pembakaran pada 25°C, 1 atm	14
Tabel 4.1 Data kalibrasi <i>termocouple</i> T1 sampai T4	32
Tabel 4.2 Data kalibrasi <i>termocouple</i> T5 sampai T8	35
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Debit 1 LPM, katup $\frac{1}{8}$	38
Tabel 4.4 Data Hasil Perhitungan	47
Tabel 4.5 Data Perbandingan Hasil.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kalorimeter Aliran	7
Gambar 2.2 Kalorimeter Bomb.....	8
Gambar 2.3 Skema Proses Pembakaran.....	14
Gambar 3.1 Skema Pengujian Eksperimental	19
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan).....	21
Gambar 3.4 <i>Thermocouple</i> tipe-K	22
Gambar 3.5 <i>Termo reader</i>	23
Gambar 3.6 <i>Flow meter</i>	23
Gambar 3.7 Pematik Api.....	24
Gambar 3.8 Timbangan.....	24
Gambar 3.9 Regulator Gas.....	25
Gambar 3.10 Kalorimeter Aliran	26
Gambar 3.11 <i>Stopwatch</i>	27
Gambar 3.12 Kipas Angin.....	27
Gambar 3.13 <i>Alumunium foil</i>	28
Gambar 3.14 Tabung <i>LPG</i> 3 kg	28
Gambar 4.1 kegiatan kalibrasi <i>thermocouple</i>	30
Gambar 4.2 Grafik kalibrasi T1	33
Gambar 4.3 Grafik kalibrasi T2	33
Gambar 4.4 Grafik kalibrasi T3	34
Gambar 4.5 Grafik kalibrasi T4	34
Gambar 4.6 Grafik kalibrasi T5	36
Gambar 4.7 Grafik kalibrasi T6	36
Gambar 4.8 Grafik kalibrasi T7	37
Gambar 4.9 Grafik kalibrasi T8	37
Gambar 4.10 Grafik suhu gas keluar terhadap waktu	39
Gambar 4.11 Grafik penurunan massa <i>LPG</i> terhadap waktu.....	40
Gambar 4.12 Grafik suhu air keluar terhadap waktu	41

Gambar 4.13 Kestimbangan Energi pada *Flow Calorimeter*46

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel A-1 *Properties Tables and Charts (SI units) Appendix 1*
- Lampiran 2. Tabel A-2a *Properties Tables and Charts (SI units) Appendix 1*
- Lampiran 3. Tabel A-2b *Properties Tables and Charts (SI units) Appendix 1*
- Lampiran 4. Tabel A-2c *Properties Tables and Charts (SI units) Appendix 1*
- Lampiran 5. Tabel A-3a *Properties Tables and Charts (SI units) Appendix 1*
- Lampiran 6. Tabel A-15 *Properties Tables and Charts (SI units) Appendix 1*
- Lampiran 7. Tabel A-26 *Properties Tables and Charts (SI units) Appendix 2*
- Lampiran 8. *Tabel Emissivities of some material at 300 K*
- Lampiran 8. Perhitungan Data Hasil Pengujian Debit 1 LPM, katup $\frac{1}{4}$
- Lampiran 9. Perhitungan Data Hasil Pengujian Debit 1 LPM, katup $\frac{1}{2}$

DAFTAR LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN

AFR	: <i>Air Fuel Ratio</i> aktual
AFR _{st}	: <i>Air Fuel Ratio</i> stoikiometris
m_{udara}	: Massa udara
m_{bb}	: Massa bahan bakar
ϕ	: <i>Equivalence ratio</i>
HV	: <i>Heating value</i>
HHV	: <i>Highest heating value</i>
LHV	: <i>Lowest heating value</i>
H _{P,gas}	: Kalor produk gas
H _{P,liquid}	: Kalor produk cair
H _R	: Kalor reaksi
LPG	: <i>Liquified Petroleum Gas</i>
LPM	: Liter per menit
ΔT	: Perubahan Suhu
$\Delta H_{R,T}$: Panas Reaksi Pembakaran
$\Delta H_{\circ R}$: Panas Reaksi
C	: Kapasitas Kalor
Q	: Kalor
Q _{konv}	: Kalor Konveksi
Q _{rad}	: Kalor Radiasi
Q _{loss}	: Kalor Lingkungan
Ra	: Angka Rayleigh
Nu	: Angka Nusselt
A _s	: Luas Permukaan
L	: Panjang
t	: Waktu
T _s	: <i>T surface</i>
T _∞	: <i>T fluid sufficiently of the surface</i>
T _f	: T film

k	: Konduktivitas termal
h	: Koefisien Konveksi
e	: Emissivitas
g	: Percepatan Gravitasi
v	: <i>Kinematic Viscosity</i>
h_f°	: Entalpi pembentukan
Mr	: Massa molar
T ₁	: <i>Termocouple</i> 1 (air masuk)
T ₂	: <i>Termocouple</i> 2 (air keluar)
T ₃	: <i>Termocouple</i> 3 (gas masuk)
T ₄	: <i>Termocouple</i> 4 (gas keluar)
T ₅	: <i>Termocouple</i> 5 (kalor permukaan)
T ₆	: <i>Termocouple</i> 6 (kalor permukaan)
T ₇	: <i>Termocouple</i> 7 (kalor buangan)
T ₈	: <i>Termocouple</i> 8 (kalor buangan)
T _{st1}	: <i>Termocouple</i> 1 (air masuk) terkalibrasi
T _{st2}	: <i>Termocouple</i> 2 (air keluar) terkalibrasi
T _{st3}	: <i>Termocouple</i> 3 (gas masuk) terkalibrasi
T _{st4}	: <i>Termocouple</i> 4 (gas keluar) terkalibrasi
T _{st5}	: <i>Termocouple</i> 5 (kalor permukaan) terkalibrasi
T _{st6}	: <i>Termocouple</i> 6 (kalor permukaan) terkalibrasi
T _{st7}	: <i>Termocouple</i> 7 (kalor buangan) terkalibrasi
T _{st8}	: <i>Termocouple</i> 8 (kalor buangan) terkalibrasi
LPM	: Liter per menit
NK	: Nilai Kalor
y	: Suhu Termometer Standar
m	: Gradien Regresi
x	: Suhu <i>Thermocouple</i> terukur
c	: Koefisien
R ²	: Regresi
$\sum \dot{E}_{in}$: Energi masuk

$\Sigma \dot{E}_{out}$: Energi keluar
β	: koefisien ekspansi
\dot{m}	: Massa
C_p	: Kalor jenis
$\eta_{flow\ calorimeter}$: Efisiensi kalorimeter aliran