

**PENGARUH RASIO KOMPRESI TERHADAP EMISI GAS BUANG CO
DAN HC DENGAN BAHAN BAKAR *LIQUEFIED PETROLEUM GAS*
PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA JUPITER Z 110 CC**



SKRIPSI

Oleh:

IFNU TAUFIK INDRAWAN

K2509033

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Juli 2014**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ifnu Taufik Indrawan

NIM : K2509033

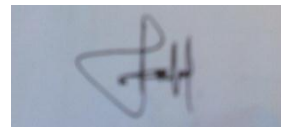
Jurusan/ Program Studi : Pend. Teknik Kejuruan / Pend. Teknik Mesin

Menyatakan bahwa skripsi saya berjudul **“PENGARUH RASIO KOMPRESI TERHADAP EMISI GAS BUANG CO DAN HC DENGAN BAHAN BAKAR LIQUEFIED PETROLEUM GAS PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA JUPITER Z 110 CC”** ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri. Selain itu, sumber informasi yang dikutip dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila pada kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan saya.

Surakarta, Juli 2014

Yang membuat pernyataan



Ifnu Taufik Indrawan

**PENGARUH RASIO KOMPRESI TERHADAP EMISI GAS BUANG CO
DAN HC DENGAN BAHAN BAKAR *LIQUEFIED PETROLEUM GAS*
PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA JUPITER Z 110 CC**

Oleh:

**IFNU TAUFIK INDRAWAN
K2509033**

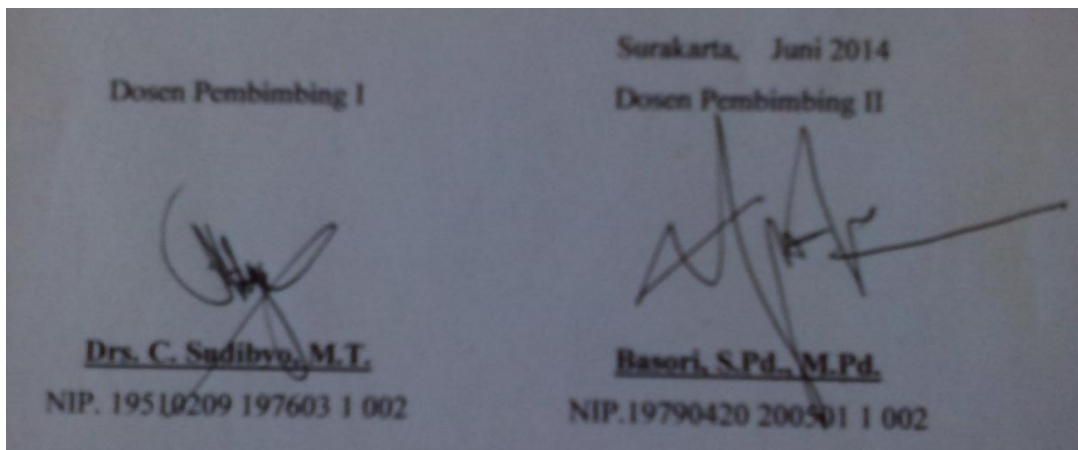
Skripsi

**Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan gelar
Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan**

**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Juli 2014**

PERSETUJUAN

Skripsi ini telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.



PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta dan diterima untuk memenuhi persyaratan mendapat gelar Sarjana Pendidikan pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 03 Juli 2014

Tim Penguji Skripsi

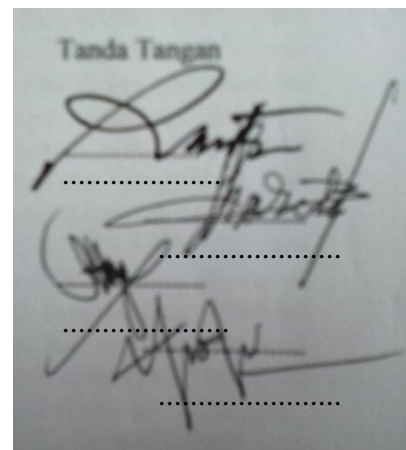
Nama Terang

Ketua : Drs. Ranto, M.T.

Sekretaris : Ir. Husin Bugis, M.Si

Anggota I : Drs. C. Sudiby, M.T.

Anggota II : Basori, S.Pd., M.Pd.



ABSTRAK

Ifnu Taufik Indrawan. **PENGARUH RASIO KOMPRESI TERHADAP EMISI GAS BUANG CO DAN HC DENGAN BAHAN BAKAR LIQUEFIED PETROLEUM GAS PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA JUPITER Z 110 CC.** Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta. Juni 2014.

Tujuan penelitian ini adalah: (1) Menyelidiki pengaruh rasio kompresi terhadap kadar emisi gas buang CO dan HC dengan bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas* pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc. (2) Menyelidiki kadar emisi gas buang CO dan HC terendah pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dengan dengan bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas* setelah diubah rasio kompresinya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Otomotif Program Studi Pendidikan Teknik Mesin JPTK FKIP UNS Surakarta yang beralamatkan di Jalan Ahmad Yani No. 200 Kartasura, Surakarta Telp. (0271)718419 Fax. (0271)729928. Alat yang digunakan untuk mengukur kadar emisi gas buang CO dan HC adalah *gas analyzer* tipe 898 OTC *Stargas Global Diagnostic*. Populasi dalam penelitian ini adalah sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dan sampel dalam penelitian ini adalah sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dengan nomor mesin 2P2675042 menggunakan perangkat konversi LPG berupa karburator modifikasi dan menggunakan *liquefied petroleum gas* sebagai bahan bakar. Pengujian kadar emisi gas buang CO dan HC dilaksanakan berdasarkan SNI 09-7118.3-2005 yaitu cara uji kendaraan bermotor kategori L pada kondisi *idle*. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penyelidikan deskriptif. Penyelidikan deskriptif yang digunakan adalah studi komparatif. Data diperoleh dari dokumentasi hasil pengujian kadar emisi gas buang CO dan HC dengan penerapan tiga rasio kompresi yang berbeda yaitu 8,6 : 1 (rendah), 9,3 : 1 (standar) dan 10 : 1 (tinggi).

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan: (1) Semakin tinggi rasio kompresi sebuah engine akan menyebabkan semakin tinggi juga tekanan dan temperatur ruang bakar pada saat akhir langkah kompresi. Karakteristik *liquefied petroleum gas* yang memiliki angka oktan tinggi sekitar 110 RON dan batas nyala bawah 460⁰C membutuhkan tekanan dan temperatur yang tinggi sebelum akhirnya terbakar pada saat waktu pengapian dimulai, sehingga rasio kompresi yang tinggi akan menyebabkan pembakaran yang lebih sempurna pada mesin yang menggunakan bahan bakar *liquefied petroleum gas*. (2) Kadar emisi gas buang CO yang dihasilkan sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dengan bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas* pada rasio kompresi 8,6 : 1 (rendah) sebesar 0,135 %, pada rasio kompresi 9,3 : 1 (standar) sebesar 0,037 % dan pada rasio kompresi 10 : 1 (tinggi) sebesar 0,026 %. Kadar emisi gas buang HC yang dihasilkan sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dengan bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas* pada rasio kompresi 8,6 : 1 (rendah) sebesar 1533 ppm, pada rasio kompresi 9,3 : 1 (standar) sebesar 1270 ppm dan pada rasio kompresi 10 : 1 (tinggi) sebesar 820 ppm. Data hasil pengujian menunjukkan kadar emisi gas buang CO dan HC paling

rendah yang dihasilkan sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dengan bahan bakar *Liquefied Petroleum Gas* adalah pada rasio kompresi 10 : 1 (tinggi) yaitu dengan kadar emisi gas buang CO sebesar 0,026 % dan kadar emisi gas buang HC sebesar 820 ppm.

Kata kunci: kadar emisi gas buang CO dan HC, *liquefied petroleum gas*, rasio kompresi.

ABSTRACT

Ifnu Taufik Indrawan. **THE EFFECTS OF COMPRESSION RATIO TO CO AND HC EMISSIONS OF EXHAUST GAS BY USING LIQUEFIED PETROLEUM GAS AS FUEL ON YAMAHA JUPITER Z 110 CC MOTORCYCLE.** Minithesis, Faculty of Teacher Training and Education Science Sebelas Maret University of Surakarta. June 2014.

The objective of this research are: (1) To investigate the effects of compression ratio to CO and HC emissions of exhaust gas by using liquefied petroleum gas as fuel on Yamaha Jupiter Z 110 cc motorcycle. (2) To investigate the lowest amount of CO and HC emissions of exhaust gas on Yamaha jupiter Z 110 cc motorcycle using liquefied petroleum gas as fuel after varying its compression ratio.

The method used in this research was an experimental method. The research was conducted at the Laboratory of Automotive Mechanical Engineering Education Program JPTK FKIP UNS located at Ahmad Yani street no. 200 Kartasura, Surakarta phone (0271)718419 Fax. (0271)729928. The tools used to measure the amount of CO and HC emission of exhaust gas was gas analyzer type 898 OTC Stargas Global Diagnostic. The population in this research was a Yamaha Jupiter Z 110 cc motorcycle and the sample of this research was a Yamaha Jupiter Z 110 cc motorcycle with 2P2675042 engine number that used a conversion sets such as a modified carburetor and liquefied petroleum gas as fuel. The amount of CO and HC emission of exhaust gas measurement based on SNI 09-7118.3-2005 test method which organized the measurement of L category vehicle on idle condition. The data analysis technique used in this research was descriptive investigation method. The descriptive investigation method used was comparative study. The data were obtained from the measurement result documentation of the exhaust gas emission of CO and HC by applied three different compression ratio that were 8.6 : 1 (low), 9.3 : 1 (standart) and 10 : 1 (high).

Based on the result of this research, it can be concluded that: (1) The higher compression ratio of the engine caused the higher combustion chamber pressure and temperature at the end of compression stroke. The characteristic of liquefied petroleum gas that have high octane rating about 110 RON and lower flammability limit about 460°C need the high pressure and temperature before finally burned at the moment when ignition timing started. So that the high compression ratio will caused more effective combustion processes on the engine that used liquefied petroleum gas as fuel. (2) The amount of CO emission of exhaust gas produced on Yamaha Jupiter Z 110 cc motorcycle by using liquefied petroleum gas as fuel at 8.6 : 1 (low) compression ratio was 0.135 %, at 9.3 : 1 (standart) compression ratio was 0.037 % and at 10 : 1 (high) compression ratio was 0.026 %. Then the amount of HC emission of exhaust gas produced on Yamaha Jupiter Z 110 cc motorcycle by using liquefied petroleum gas as fuel at 8.6 : 1 (low) compression ratio was 1533 ppm, at 9.3 : 1 (standart) compression ratio was 1270 ppm and at 10 : 1 (high) compression ratio was 820 ppm. The

measurement result data showed that the lowest amount of CO and HC emission of exhaust gas produced on Yamaha Jupiter Z 110 cc motorcycle by using liquefied petroleum gas as fuel was at 10 : 1 (high) compression ratio that was 0.026 % for CO and 820 *ppm* for HC.

Keywords: CO and HC emissions of exhaust gas, liquefied petroleum gas, compression ratio.

MOTTO

"Tidak ada balasan kebaikan kecuali kebaikan pula"

(Q.S. Ar-Rahman: 60)

"Ya Allah, perbaikilah agamaku yang merupakan sandaran segala urusanku, dan perbaikilah urusan duniaku yang merupakan tempat tinggalku, dan perbaikilah akhiratku yang merupakan tempat kembaliku dan jadikanlah kehidupanku sebagai tambahan bagi kebajikanmu dan kematianku sebagai tempat istirahat dari segala kejelekanku"

(H.R. Muslim)

"Science and religion are not at odds. Science is simply too young to understand"

(Dan Brown, *Angels & Demons*)

"Science tells me God must exist. My mind tells me I will never understand God.

And my heart tells me I am not meant to"

(Dan Brown, *Angels & Demons*)

"The good thing about science is that it's true whether or not you believe in it"

(Neil deGrasse Tyson)

"The scientist is not a person who gives the right answers,

he's one who asks the right questions"

(Claude Lévi-Strauss)

PERSEMBAHAN

Segala Puji bagi Allah SWT yang berkuasa atas segala sesuatunya sehingga pada akhirnya dapat kupersembahkan karya ini untuk:

Ibuku

“Terimakasih atas restu, doa, keringat dan air mata yang tidak terhitung untukku”

Mbah Putri dan Mbah Kakung

“Terimakasih atas hari-hari sederhana yang membuatku menyadari bahwa tidak peduli seberapa kecilnya sesuatu hingga mungkin saja tampak remeh di mata seseorang, namun teramat berharga untuk yang lainnya”

Ifnu Sigid Indrawan

“Terimakasih atas kesediaan untuk berbincang, berbagi topik yang menyenangkan, memperdebatkan segala sesuatu yang sepele, bertengkar untuk hal yang tidak perlu dan untuk sesekali memperhatikan”

Awit Mangesti Darmastuti dan Hanum Annisa Cakrawati

“Terimakasih atas kesempatan melihat kalian tumbuh”

Ilham, Suryo, Ibnu, Edy, Rahmat, Husni, Sirrus, Agus, Maulana, Surya, Danang

“Terimakasih untuk hari-hari menyenangkan”

PTM Angkatan 2009

“Terimakasih sudah menjadi bagian dari memori sekian tahun dalam menempuh pendidikan di UNS”

Almamaterku

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang Maha Pengasih dan Penyayang, yang memberi ilmu, inspirasi, dan kemuliaan. Atas kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“PENGARUH RASIO KOMPRESI TERHADAP EMISI GAS BUANG CO DAN HC DENGAN BAHAN BAKAR LIQUEFIED PETROLEUM GAS PADA SEPEDA MOTOR YAMAHA JUPITER Z 110 CC”**.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian dari persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ketua Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Drs. C. Sudibyo, M.T. selaku Dosen Pembimbing I, yang dengan penuh kesabaran memberikan motivasi dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Basori, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing II, yang dengan penuh semangat memberikan motivasi dan bimbingan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Nyenyep Sri Wardani, S.T., M.T. dan Danar Susilo Wijayanto, S.T., M.Eng. selaku Pembimbing Akademik yang selalu memberikan pengarahan dan bimbingan dalam pelaksanaan perkuliahan sebagai bekal untuk menyusun skripsi ini.
7. Teman-teman PTM FKIP UNS Angkatan 2009.

8. Semua pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karena keterbatasan penulis. Meskipun demikian, penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca umumnya.

Surakarta, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
HALAMAN PENGAJUAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN ABSTRAK	vi
HALAMAN ABSTRACT	viii
HALAMAN MOTTO	x
HALAMAN PERSEMBAHAN	xi
KATA PENGANTAR	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Pembatasan Masalah	6
D. Perumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Teori dan Hasil Penelitian yang Relevan.....	9
1. Kajian Teori.....	9
a. Emisi Gas Buang	9
b. Rasio Kompresi (<i>Compressiion Ratio</i>)	20

c. LPG (<i>Liquefied Petroleum Gas</i>)	40
2. Hasil Penelitian yang Relevan	45
B. Kerangka Berfikir	50
C. Hipotesis	52
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Tempat dan Waktu Penelitian	53
1. Tempat Penelitian	53
2. Waktu Penelitian	53
B. Rancangan/ Desain Penelitian	54
C. Populasi dan Sampel	56
1. Populasi Penelitian	56
2. Sampel Penelitian	56
D. Teknik Pengambilan Sampel	57
E. Pengumpulan Data	58
1. Identifikasi Variabel	58
2. Metode Pengumpulan Data	59
3. Instrumen Penelitian	60
F. Analisis Data	60
G. Prosedur Penelitian	61
1. Mulai	62
2. Studi Literatur	62
3. Pelaksanaan Eksperimen	62
4. Pendeskripsian Data	84
5. Analisis Data	84
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	85
1. Hasil Pengamatan Kadar Emisi Gas Buang CO pada Rasio Kompresi 8,6:1, 9,3:1 dan 10:1 dengan Menggunakan Bahan Bakar <i>Liquefied Petroleum</i> <i>Gas</i>	85
2. Hasil Pengamatan Kadar Emisi Gas Buang HC	

pada Rasio Kompresi 8,6:1, 9,3:1 dan 10:1 dengan Menggunakan Bahan Bakar <i>Liquefied Petroleum</i> <i>Gas</i>	88
B. Pembahasan	90
1. Kadar Emisi Gas Buang CO pada Rasio Kompresi 8,6:1, 9,3:1 dan 10:1 dengan Menggunakan Bahan Bakar <i>Liquefied Petroleum Gas</i>	90
2. Kadar Emisi Gas Buang HC pada Rasio Kompresi 8,6:1, 9,3:1 dan 10:1 dengan Menggunakan Bahan Bakar <i>Liquefied Petroleum Gas</i>	98
3. Temuan Penelitian	105
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN SARAN	
A. Simpulan	107
B. Implikasi	108
1. Implikasi Teoritis	108
2. Implikasi Praktis	108
C. Saran	109
DAFTAR PUSTAKA	111
LAMPIRAN	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. <i>Effects of Air Fuel Ratio on CO and HC Emission</i>	10
2.2. Rasio Kompresi	20
2.3. Konstruksi Kepala silinder	27
2.4. Blok Silinder	28
2.5. Ring Kompresi	33
2.6. Ring Oli	34
2.7. <i>Propane Production</i>	40
2.8. Instalasi Motor LPG	45
2.9. Histogram Perbandingan Emisi Gas Buang CO antara Bahan Bakar Premium dan Bahan Bakar LPG dengan Waktu Pengapian (7° , 10° , dan 13° sebelum TMA).....	46
2.10. Histogram Perbandingan Emisi Gas Buang HC antara Bahan Bakar Premium dan Bahan Bakar LPG dengan Waktu Pengapian (7° , 10° , dan 13° sebelum TMA).....	46
2.11. Kadar Karbonmonoksida (CO) <i>Urban Cycle</i> dan <i>Extra Urban Cycle</i> dengan Bahan Bakar Gasoline dan LPG	47
2.12. Kadar Hidrokarbon (HC) <i>Urban Cycle</i> dan <i>Extra Urban Cycle</i> dengan Bahan Bakar Gasoline dan LPG	48
2.13. Kadar Oksida Nitrogen (NO_x) <i>Urban Cycle</i> dan <i>Extra Urban Cycle</i> dengan Bahan Bakar Gasoline dan LPG	48
2.14. Kadar Karbondioksida (CO_2) <i>Urban Cycle</i> dan <i>Extra Urban Cycle</i> dengan Bahan Bakar Gasoline dan LPG	48
2.15. Pengujian Berbagai Bahan Bakar dengan Variasi Rasio Kompresi, Kecepatan Konstan dan Pembebanan 4,5 Kg terhadap Kadar Karbonmonoksida (CO).....	49
3.1. Skema Desain Penelitian	55
3.2. Prosedur Penelitian	61

3.3. <i>Gas Analyzer</i>	63
3.4. <i>Rojok Spuyer</i>	64
3.5. Sepeda Motor Yamaha Jupiter Z 110 cc	64
3.6. <i>High Pressure Regulator</i>	66
3.7. Selang Bahan Bakar LPG	66
3.8. Perekat <i>Plastic Steel</i> dan <i>Alteco</i>	67
3.9. <i>Napple</i> Cabang.....	67
3.10. Keran Bahan Bakar <i>Idle</i>	68
3.11. Klem Selang dan <i>Napple</i>	68
3.12. <i>Handle</i>	69
3.13. Keran Bahan Bakar <i>Load Running</i>	69
3.14. (A) <i>Jet Needle</i> Modifikasi dan (B) <i>Jet Needle</i> Standar.....	70
3.15. Ruang Penampung Bahan Bakar	71
3.16. Sistem Pelampung.....	71
3.17. Lubang <i>Main Jet</i> dan <i>Pilot Jet</i>	72
3.18. Saluran Alternatif Untuk <i>Idle</i>	72
3.19. <i>Napple</i> Pada Saluran Alternatif <i>Idle</i>	73
3.20. Saluran <i>Load Running</i>	73
3.21. Skema Kerja Karburator Modifikasi pada Putaran <i>Idle</i>	74
3.22. Skema Kerja Karburator Modifikasi pada Putaran <i>Load Running</i> ..	75
3.23. Instalasi Motor LPG	76
3.24. Tahap Eksperimen	77
4.1. Grafik Kadar Emisi Gas Buang CO pada Rasio Kompresi 9,3 : 1, 8,6 : 1 dan 10 : 1 dengan Menggunakan Bahan Bakar <i>Liquefied Petroleum Gas</i>	87
4.2. Grafik Kadar Emisi Gas Buang HC pada Rasio Kompresi 9,3 : 1, 8,6 : 1 dan 10 : 1 dengan Menggunakan Bahan Bakar <i>Liquefied Petroleum Gas</i>)	89

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1. Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis	3
2.1. <i>Chemical Composition of The Atmosphere</i>	9
2.2. Gejala Klinis dari Saturasi Darah oleh Karbonmonoksida (CO)	15
2.3. <i>Octane Numbers of LPG Components and Gasoline</i>	37
2.4. Perbandingan Karakteristik Bahan Bakar	41
3.1. Desain Variasi Rasio Kompresi	54
3.2. Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Kategori L	56
4.1. Hasil Pengamatan Kadar Emisi Gas Buang CO pada Rasio Kompresi 9,3 : 1, 8,6 : 1 dan 10 : 1 dengan Menggunakan Bahan Bakar <i>Liquefied Petroleum Gas</i> (%)	85
4.2. Hasil Pengamatan Kadar Emisi Gas Buang HC pada Rasio Kompresi 9,3 : 1, 8,6 : 1 dan 10 : 1 dengan Menggunakan Bahan Bakar <i>Liquefied Petroleum Gas</i> (ppm)	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perhitungan Rasio Kompresi	113
2. Print Out Hasil Pengujian Kadar Emisi Gas Buang CO dan HC pada Rasio Kompresi 9,3 : 1 (standar) dengan Menggunakan Bahan Bakar <i>Liquefied Petroleum Gas</i>	116
3. Print Out Hasil Pengujian Kadar Emisi Gas Buang CO dan HC pada Rasio Kompresi 8,6 : 1 (rendah) dengan Menggunakan Bahan Bakar <i>Liquefied Petroleum Gas</i>	117
4. Print Out Hasil Pengujian Kadar Emisi Gas Buang CO dan HC pada Rasio Kompresi 10 : 1 (tinggi) dengan Menggunakan Bahan Bakar <i>Liquefied Petroleum Gas</i>	118
5. Foto Dokumentasi Penelitian	119
6. Surat Pengajuan Judul Skripsi.....	122
7. Presensi Kegiatan Seminar Proposal Skripsi	123
8. Surat Pengesahan Proposal Skripsi	126
9. Surat Permohonan Ijin Menyusun Skripsi	127
10. Surat Keputusan Dekan FKIP UNS	128
11. Surat Permohonan Ijin <i>Research / Try Out</i> (Rektor)	129
12. Surat Permohonan Ijin <i>Research / Try Out</i> Laboratorium Otomotif PTM FKIP UNS	130
13. Surat Keterangan Telah Melakukan Penelitian di Laboratorium Otomotif PTM FKIP UNS	131