

SKRIPSI

**PENGUJIAN SISTEM *DUAL FUEL* LPG-PERTALITE
DENGAN VARIASI WAKTU PENGAPIAN DAN DURASI
INJEKSI BERBASIS ECU *STANDARD REMAP* TERHADAP
KINERJA SEPEDA MOTOR INJEKSI 110 CC**



DISUSUN OLEH:

MOCHAMAD ARDIANSYAH ADITYA

1502621021

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pengujian Sistem *Dual Fuel* LPG-Pertalite Dengan Variasi Waktu Pengapian dan Durasi Injeksi Berbasis ECU *Standard Remap* Terhadap Kinerja Sepeda Motor Injeksi 110 CC

Penyusun : Mochamad Ardiansyah Aditya

NIM : 1502621021

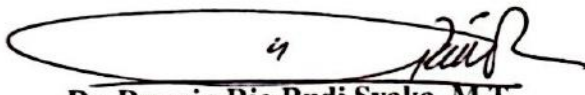
Pembimbing 1 : Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.

Pembimbing 2 : Drs. Adi Tri Tyassmadi, M.Pd.

Disetujui oleh :

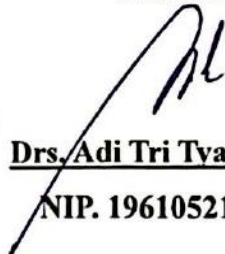
Pembimbing 1

Pembimbing 2



Dr. Darwin Rio Budi Svaka, M.T.

NIP. 197604222006041001

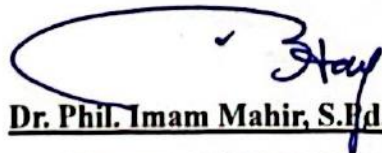


Drs. Adi Tri Tyassmadi, M.Pd.

NIP. 196105211986021001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Jakarta



Dr. Phil. Imam Mahir, S.Ed., M.Pd.

NIP. 1984041820009121001

HALAMAN PENGESAHAN (2)

Judul : Pengujian Sistem *Dual Fuel* LPG-Pertalite Dengan Variasi Waktu
Pengapian dan Durasi Injeksi Berbasis ECU *Standard Remap*
Terhadap Kinerja Sepeda Motor Injeksi 110 CC

Penyusun : Mochamad Ardiansyah Aditya

NIM : 1502621021

Tanggal Ujian : 25 Juli 2025

Disetujui Oleh:

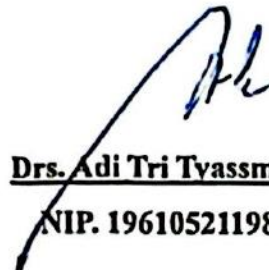
Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.

NIP. 197604222006041001



Drs. Adi Tri Tyassmadi, M.Pd.

NIP. 196105211986021001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Dosen Ahli

Ketua

Sekretaris



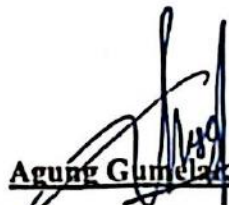
Dra. Ratu Amilia Avianti, M.Pd.

NIP. 196506161990032001



Prof. Dr. C. Rudy Prihantoro, M.Pd.

NIP. 196106041986021001



Agung Gumelar, M.Pd.

NIP. 199502102024061002

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Fakultas Teknik,
Universitas Negeri Jakarta



Dr. Phil. Imam Mahir, S.Pd., M.Pd.

NIP. 1984041820009121001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mochamad Ardiansyah Aditya

No. Registrasi : 1502621021

Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 21 Agustus 2003

Alamat : Kp. Pengarengan RT. 006/011 No. 107, Cakung, Jakarta Timur

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi yang berjudul **"PENGUJIAN SISTEM *DUAL FUEL* LPG-
PERTALITE DENGAN VARIASI WAKTU PENGAPIAN DAN DURASI
INJEKSI BERBASIS ECU *STANDARD REMAP* TERHADAP KINERJA
SEPEDA MOTOR INJEKSI 110 CC"**.
2. Karya tulis ilmiah ini sepenuhnya merupakan ide, rumusan, dan penelitian saya dengan bimbingan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ilmiah ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain yang telah ditulis atau dipublikasikan, kecuali yang secara tertulis dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan mencantumkan nama pengarangnya.

Saya menyatakan hal ini dengan penuh kesungguhan, dan jika di kemudian hari terdapat penyimpangan atau ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 09 Juni 2025



Mochamad Ardiansyah Aditya

Noreg. 1502621021



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
UPT PERPUSTAKAAN

Jalan Rawamangun Muka Jakarta 13220
Telepon/Faksimili: 021-4894221
Laman: lib.unj.ac.id

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Negeri Jakarta, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Mochamad Ardiansyah Aditya
NIM : 1502621021
Fakultas/Prodi : Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : ardnsh.adtya21@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah:

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Disertasi ☐ Lain-lain (... ..)

yang berjudul :

“PENGUJIAN SISTEM DUAL FUEL LPG-PERTALITE DENGAN VARIASI WAKTU PENGAPIAN DAN DURASI INJEKSI BERBASIS ECU STANDARD REMAP TERHADAP KINERJA SEPEDA MOTOR INJEKSI 110 CC”

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Negeri Jakarta, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 27 Juli 2025

(Mochamad Ardiansyah Aditya)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan penuh rasa syukur, penulis mengucapkan puji dan terima kasih kepada Allah SWT atas rahmat dan petunjuk-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengujian Sistem *Dual Fuel* LPG-Pertalite Dengan Variasi Waktu Pengapian dan Durasi Injeksi Berbasis ECU *Standard Remap* Terhadap Kinerja Sepeda Motor Injeksi 110 CC”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan Teknik Mesin di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam proses penulisan skripsi ini, penulis menerima banyak dukungan, bantuan, saran, dan kritik dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Phil. Imam Mahir, S.Pd., M.Pd, selaku Koodinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin.
2. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Pendidikan Teknik Mesin yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan selama masa studi.
3. Bapak Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 dan Bapak Drs. Adi Tri Tyassmadi, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, dan masukan yang sangat bermanfaat dalam penelitian dan penulisan skripsi.
4. Para Karyawan dan *Toolman* Program Studi Pendidikan Teknik Mesin yang telah mendukung penulis dari pengurusan administrasi hingga peminjaman alat.
5. Kedua orang tua, Bapak Dwi Haryanto dan Ibu Sri Lestari Rahayu, serta seluruh keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan, doa, dan semangat.
6. Seluruh teman-teman Pendidikan Teknik Mesin UNJ, terutama angkatan 2021 yang telah memberikan semangat dan dukungan.

7. Untuk teman kelompok penulis, Agung Fadhillah dan Najam Miftah, yang telah berjuang bersama dan memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman Batavia Team UNJ yang telah memberikan semangat dan dukungan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis meminta maaf jika ada kesalahan, baik dalam isi maupun penulisan, baik yang disengaja maupun tidak. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat, terutama bagi diri penulis sendiri dan para pembaca. Sebagai penutup, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Jakarta, 09 Juli 2025



A handwritten signature in black ink, which appears to read 'A. Aditya', is placed over the right side of the UNJ logo.

Mochamad Ardiansyah Aditya

Noreg. 1502621021

**PENGUJIAN SISTEM *DUAL FUEL* LPG-PERTALITE
DENGAN VARIASI WAKTU PENGAPIAN DAN DURASI
INJEKSI BERBASIS ECU *STANDARD REMAP* TERHADAP
KINERJA SEPEDA MOTOR INJEKSI 110 CC**

Mochamad Ardiansyah Aditya

**Dosen Pembimbing: Dr. Darwin Rio Budi Syaka M.T. dan Drs. Adi Tri
Tyassmadi M.Pd.**

ABSTRAK

Untuk meningkatkan kinerja mesin pada motor 4 tak injeksi 110cc, penerapan sistem *dual fuel* merupakan strategi inovatif yang menarik. Penelitian ini secara khusus fokus pada sistem *dual fuel* LPG-Pertalite, dengan mempertimbangkan peningkatan torsi, daya, efisiensi bahan bakar dan penurunan emisi gas buang. Penelitian ini bertujuan untuk menguji sistem *dual fuel* LPG-Pertalite pada sepeda motor injeksi dengan memvariasikan waktu pengapian dan durasi injeksi berdasarkan *remapping* ECU standar, serta menganalisis dampaknya terhadap kinerja mesin. Metode penelitian ini adalah eksperimen yang menguji kinerja mesin motor 4 tak 110 cc injeksi dengan membandingkan variasi waktu pengapian dan durasi injeksi yang telah dimodifikasi menjadi *dual fuel* LPG-Pertalite. Variasi yang dilakukan mencakup waktu pengapian 12.5°, 15°, dan 17.5° (BTDC), serta durasi injeksi -5%, 0%, dan +5%. Kinerja mesin, termasuk torsi, daya, dan SFC, diukur menggunakan dynamometer dan tambahan buret, sedangkan emisi gas buang diukur dengan *exhaust gas analyzer*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi waktu pengapian dan durasi injeksi, baik secara terpisah maupun bersamaan, memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang. Kombinasi optimal ditemukan pada waktu pengapian 17.5° BTDC dan durasi injeksi -5%, yang mampu meningkatkan daya dan torsi mesin sambil mempertahankan efisiensi bahan bakar dan mengurangi emisi. Temuan ini menunjukkan potensi besar sistem *dual fuel* LPG-Pertalite sebagai alternatif bahan bakar yang efisien dan lebih ramah lingkungan untuk sepeda motor injeksi, meskipun kalibrasi ECU yang tepat diperlukan untuk memaksimalkan manfaatnya..

Kata Kunci: *Dual Fuel*, Durasi Injeksi, LPG-Pertalite, Waktu Pengapian.

TESTING THE LPG-PERTALITE DUAL FUEL SYSTEM WITH

VARIATIONS IN IGNITION TIMING AND INJECTION DURATION BASED ON ECU STANDARD REMAP ON THE PERFORMANCE OF 110 CC INJECTION MOTORCYCLES.

Mochamad Ardiansyah Aditya

Advisor: Dr. Darwin Rio Budi Syaka M.T dan Drs. Adi Tri Tyassmadi M.Pd

ABSTRACT

To improve engine performance in a 110cc 4-stroke injection motor, the application of a dual fuel system is an attractive innovative strategy. This study specifically focuses on the LPG-Pertalite dual fuel system, considering improvements in torque, power, fuel efficiency, and reduced exhaust emissions. The aim of this research is to test the LPG-Pertalite dual fuel system on an injection motorcycle by varying the ignition timing and injection duration based on standard ECU remapping, and analyzing its impact on engine performance. The research method is an experiment that tests the performance of a 110 cc 4-stroke injection motorcycle engine by comparing variations in ignition timing and injection duration that have been modified to dual fuel LPG-Pertalite. The variations included ignition timing of 12.5°, 15°, and 17.5° (BTDC), as well as injection duration of -5%, 0%, and +5%. Engine performance, including torque, power, and SFC, was measured using a dynamometer and additional buret, while exhaust emissions were measured with an exhaust gas analyzer. The research results indicate that variations in ignition timing and injection duration, both individually and in combination, have a significant impact on engine performance and exhaust emissions. The optimal combination was found at an ignition timing of 17.5° BTDC and an injection duration of -5%, which enhances engine power and torque while maintaining fuel efficiency and reducing emissions. These findings highlight the great potential of the LPG-Pertalite dual fuel system as an efficient and more environmentally friendly fuel alternative for injection motorcycles, although proper ECU calibration is required to maximize its benefits.

Keywords: Dual Fuel, Injection Duration, LPG-Pertalite, Ignition Timing.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PENGESAHAN (2)	ii
PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Rumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Sistem Bahan Bakar Ganda (<i>Dual Fuel</i>)	6
2.1.2 Bahan Bakar.....	6
2.1.3 Pertalite	7
2.1.4 LPG.....	9
2.1.5 Motor Bensin	10
2.1.6 Electronic Fuel Injection.....	13

2.1.7 Teknik Remapping ECU	14
2.1.8 <i>Timing</i> Pengapian.....	15
2.1.9 Durasi Injeksi.....	16
2.1.10 Kinerja Motor	17
2.1.11 Spesifikasi Kendaraan.....	20
2.1.12 Dynamometer.....	20
2.2 Penelitian Relevan	21
2.3 Kerangka Konseptual	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	25
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	26
3.4 Metode Penelitian.....	28
3.5 Teknik dan Prosedur Pengumpulan Data.....	28
3.5 Teknik Analisis Data.....	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Deskripsi Hasil Pengujian Sistem Dual Fuel LPG Gasoline.....	31
4.1.1 Data Hasil Pengujian <i>Dynotest</i>	31
4.1.2 Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar	40
4.1.3 Data Hasil Pengujian Emisi Gas Buang	48
4.2 Analisis Data.....	49
4.2.1 Uji Normalitas.....	49
4.2.2 Uji Heteroskedastisitas	51
4.2.3 Uji T Parsial	54
4.2.4 Uji F Simultan.....	56
4.3 Pembahasan Hasil Penelitian.....	59
4.3.1 Pembahasan Hasil Terhadap Torsi	61

4.3.2 Pembahasan Hasil Terhadap Daya.....	62
4.3.3 Pembahasan Hasil Terhadap SFC	63
4.3.4 Pembahasan hasil terhadap emisi gas buang CO.....	65
4.3.5 Pembahasan hasil terhadap emisi gas buang HC.....	67
4.4 Rekomendasi Kombinasi Hasil Penelitian	68
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Kesimpulan.....	70
5.2 Saran.....	71
DAFTAR PUSTAKA.....	72
LAMPIRAN.....	76
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	84



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Bakar Pertalite.....	8
Tabel 2. 2 Spesifikasi LPG	9
Tabel 2. 3 Nilai Ambang Batas Emisi Gas Buang.....	19
Tabel 2. 4 Spesifikasi Kendaraan	20
Tabel 2. 5 Penelitian Relevan	21
Tabel 4. 3 Data hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian standar 15° BTDC dan durasi injeksi +5%.	34
Tabel 4. 4 Data hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian advance 17,5° BTDC dan durasi injeksi 0%.	35
Tabel 4. 5 Data hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian advance 17,5° BTDC dan durasi injeksi -5%.	36
Tabel 4. 6 data hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian advance 17,5° BTDC dan durasi injeksi +5%.	37
Tabel 4. 7 Data hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian retard 12,5° BTDC dan durasi injeksi 0%.	38
Tabel 4. 8 Data hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian retard 12,5° BTDC dan durasi injeksi -5%.	39
Tabel 4. 9 data hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian retard 12,5° BTDC dan durasi injeksi +5%.	40
Tabel 4. 10 Data Hasil Specific Fuel Consumption.....	41
Tabel 4. 11 Data Hasil Emisi Gas Buang.....	48
Tabel 4. 12 Hasil Uji Normalitas Pada Torsi	49
Tabel 4. 13 Hasil Uji Normalitas Pada Daya	50
Tabel 4. 14 Uji Normalitas Pada SFC.....	50
Tabel 4. 15 Uji Normalitas Pada Emisi Gas Buang CO	51
Tabel 4. 16 Uji Normalitas Pada Emisi Gas Buang HC	51
Tabel 4. 17 Uji Heteroskedastisitas Pada Torsi	52
Tabel 4. 18 Uji Heteroskedastisitas Pada Daya	52
Tabel 4. 19 Uji Heteroskedastisitas Pada SFC	53
Tabel 4. 20 Uji Heteroskedastisitas Pada CO	53
Tabel 4. 21 Uji Heteroskedastisitas Pada HC	54
Tabel 4. 22 Uji T Parsial Pada Torsi	54

Tabel 4. 23 Uji T Parsial Pada Daya.....	55
Tabel 4. 24 Uji Parsial Pada SFC	55
Tabel 4. 25 Uji T Parsial Pada Emisi Gas Buang CO.....	56
Tabel 4. 26 Uji T Parsial Pada Emisi Gas Buang HC.....	56
Tabel 4. 27 Uji F Simultan Pada Torsi.....	57
Tabel 4. 28 Uji F Simultan Pada Daya	57
Tabel 4. 29 Uji F Simultan Pada SFC.....	58
Tabel 4. 30 Uji F Simutan Pada Emisi Gas Buang CO	58
Tabel 4. 31 Uji F Simultan Pada Emisi Gas Buang HC	59
Tabel 4. 32 Hasil Penelitian.....	60



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gambar injeksi Gasoline dan LPG pada sepeda motor Honda.....	
Wave.....	6
Gambar 2. 2 Diagram P-v Siklus Otto	11
Gambar 2. 3 Pengaruh Timing Pengapian Terhadap Tekanan Hasil Pembakaran	16
Gambar 2. 4 Durasi Injeksi Bahan Bakar	17
Gambar 2. 5 Mesin Dynotest.....	21
Gambar 2. 6 State of the Art dan Research Gap	23
Gambar 2. 7 Diagram Konsep Penelitian	24
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	26
Gambar 4. 1 Grafik hasil hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian standar 15° BTDC dan durasi injeksi 0%.	31
Gambar 4. 2 Grafik hasil hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian standar 15° BTDC dan durasi injeksi -5%.	32
Gambar 4. 3 Grafik hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian standar 15° BTDC dan durasi injeksi +5%.	33
Gambar 4. 4 Grafik hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian advance 17,5° BTDC dan durasi injeksi 0%.	34
Gambar 4. 5 Grafik hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian advance 17,5° BTDC dan durasi injeksi -5%.	35
Gambar 4. 6 Grafik hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian advance 17,5° BTDC dan durasi injeksi +5%.	36
Gambar 4. 7 Grafik hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian retard 12,5° BTDC dan durasi injeksi 0%.	37
Gambar 4. 8 Grafik hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian retard 12,5° BTDC dan durasi injeksi -5%.	38
Gambar 4. 9 Grafik hasil dynotest bahan bakar LPG-Pertalite, waktu pengapian retard 12,5° BTDC dan durasi injeksi +5%.	39
Gambar 4. 10 Grafik Pembahasan Hasil Terhadap Torsi.....	61
Gambar 4. 11 Grafik Pembahasan Hasil Terhadap Daya.	62
Gambar 4. 12 Grafik Pembahasan Hasil Terhadap SFC.....	63
Gambar 4. 13 Grafik Pembahasan Hasil Terhadap CO.	65
Gambar 4. 14 Grafik Nilai Lambda Dengan CO.....	66

Gambar 4. 15 Grafik Pembahasan Hasil Terhadap HC.	67
Gambar 4. 16 Grafik Kombinasi Hasil Penelitian.....	68



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Instalasi Sistem Bahan Bakar Ganda.....	76
Lampiran 2. Dokumentasi Hasil Pengujian Dynotest dan konsumsi bahan bakar.....	77
Lampiran 3. Dokumentasi Hasil Pengujian Emisi Gas Buang.....	78
Lampiran 4. Konfigurasi Data Remap ECU	80
Lampiran 5. Data Hasil Konsumsi Bahan Bakar	83

