

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



Intelligentia - Dignitas

DISUSUN OLEH:
Najam Miftahul'Ulum
1520620034

Skripsi Ini Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2026**

HALAMAN PENGESAHAN (2)

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

Penyusun : Najam Miftahul'Ulum

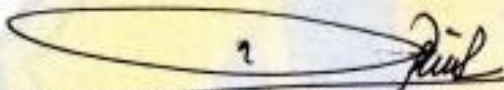
NIM : 1520620034

Tanggal Ujian : 14 Januari 2026

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Darwin Rio Budi Svaka, M.T.

NIP. 197604222006041001



Dr. Ragil Sukarno, M.T.

NIP. 197911022012121001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi:

Ketua Penguji,

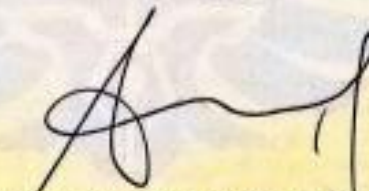
Sekretaris Penguji,

Dosen Ahli,



Nugroho Gama Yoga, MT.

197602052006041001



Ahmad Kholil, ST., MT.

197908312005011001



I Wayan Sugita, ST., MT.

197908182008011008

Mengetahui,

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



Dr. Ragil Sukarno, M.T.

NIP. 197911022012121001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Najam Miftahul'Ulum

No. Induk Mahasiswa : 1520620034

Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 31 Desember 2001

Alamat : Jl. Teratai No 14 Kelapa Gading Timur, Kelapa Gading,
Jakarta Utara

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi yang berjudul **"PENGUJIAN SISTEM DUAL FUEL LPG-ETHANOL DENGAN VARIASI WAKTU PENGAPIAN DAN DURASI INJEKSI BERBASIS ECU STANDARD REMAP TERHADAP KINERJA MOTOR 110 CC FI"**.
2. Skripsi ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing.
3. Skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis tercantum sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Jakarta, 3 Maret 2025



Najam Miftahul'Ulum

NIM. 1520620034



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 : Najam Miftahul Ulum
NIM : 1520620034
Fakultas/Prodi : Fakultas Teknik/Teknik Mesin
Alamat email : najambintang6@gmail.com@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-ETHANOL DENGAN VARIASI WAKTU
PENGAPIAN DAN DURASI INJEKSI BERBASIS ECU STANDARD REMAP
TERHADAP KINERJA MOTOR 110 CC FI

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, 20 Januari 2026
Penulis

Naiam Miftahul'Ulum

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Laporan Skripsi dengan judul "Pengujian Sistem *Dual Fuel* LPG Ethanol Dengan Variasi Waktu Pengapian Dan Durasi Injeksi Berbasis ECU Standard Remap Terhadap Kinerja Motor 110 cc FI."

Laporan Skripsi merupakan salah satu persyaratan penting yang harus dipenuhi oleh setiap mahasiswa Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta untuk menyelesaikan masa studi dan memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST). Dalam proses penyusunan Laporan Skripsi ini tidak terlepas dari arahan, bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 dalam penelitian dan penulisan skripsi.
2. Bapak Dr. Ragil Sukarno, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Mesin dan Dosen Pembimbing 2 dalam penelitian skripsi.
3. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan doa dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
4. Seluruh teman-teman Teknik Mesin UNJ, terutama angkatan 2020 yang telah memberikan semangat dan dukungan.

Dengan penuh kesadaran penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Untuk itu penulis mohon maaf apabila terdapat kesalahan baik dari segi isi ataupun tulisan baik disengaja ataupun tidak disengaja.

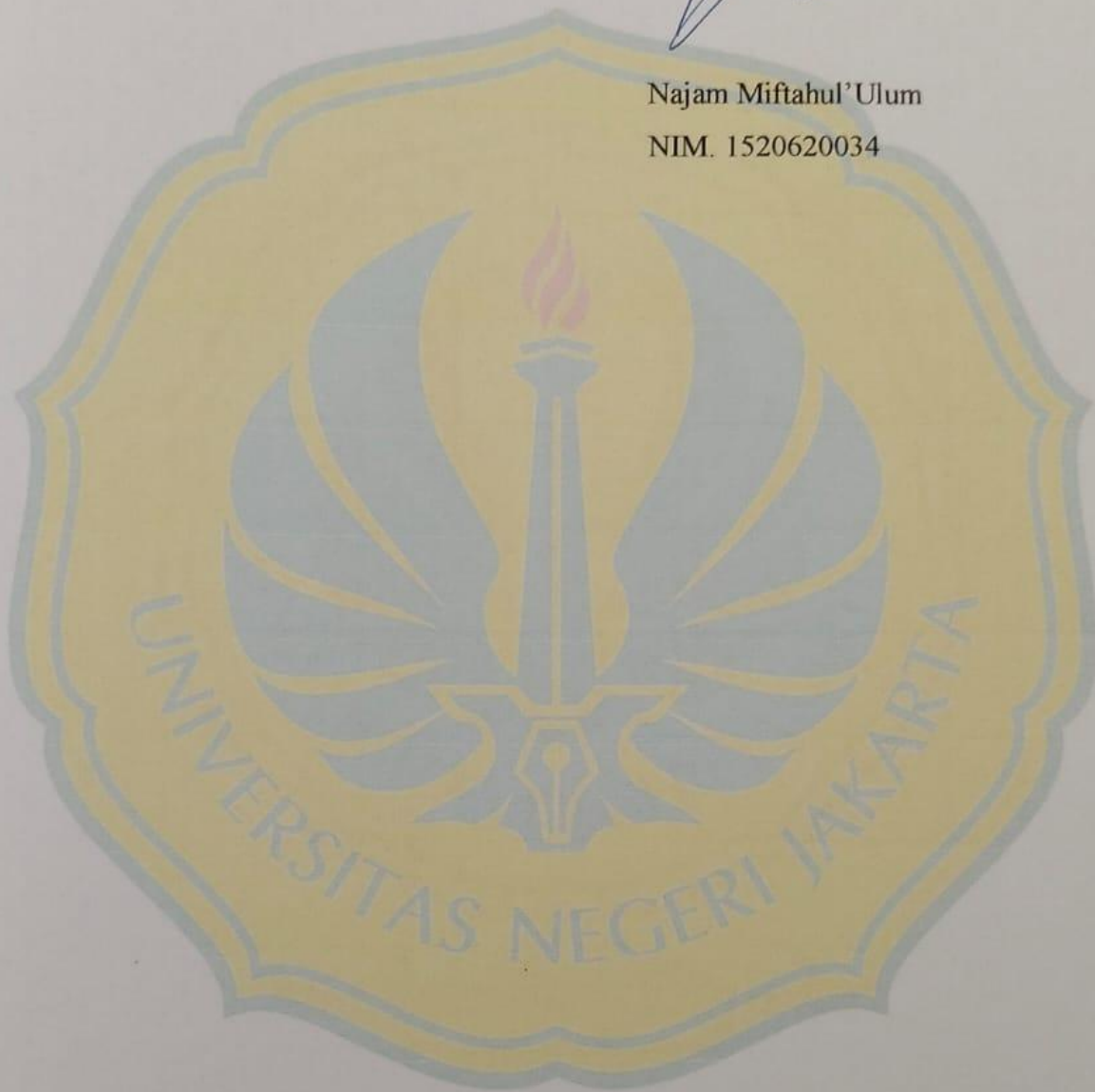
Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi diri penulis sendiri dan bagi pembaca. Akhir kata, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Jakarta, 12 November 2025



Najam Miftahul'Ulum

NIM. 1520620034



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

Najam Miftahul'Ulum

**Dosen Pembimbing: Dr, Darwin Rio Budi Syaka, M,T, dan Dr. Ragil
Sukarno,M.T.**

ABSTRAK

Peningkatan penggunaan kendaraan bermotor menuntut pengembangan bahan bakar alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Salah satu solusi yang dikaji dalam penelitian ini adalah penerapan sistem dual fuel LPG–ethanol pada sepeda motor injeksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi waktu pengapian dan durasi injeksi berbasis ECU standar remap terhadap kinerja mesin sepeda motor 110 cc *Fuel Injection* (FI). Variabel bebas pada penelitian ini meliputi variasi waktu pengapian 12,5°, 15°, dan 17,5° *before top death center* (BTDC), serta variasi durasi injeksi minimum, standar, dan maksimum. Variabel terikat yang diamati adalah torsi, daya, konsumsi bahan bakar spesifik (SFC), serta emisi gas buang karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC). Pengujian dilakukan menggunakan dynamometer, flow meter, dan gas analyzer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi waktu pengapian dan durasi injeksi berpengaruh terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang. Konfigurasi waktu pengapian 17,5° BTDC dengan durasi injeksi standar menghasilkan kinerja paling optimal, ditandai dengan peningkatan torsi dan daya, konsumsi bahan bakar yang relatif efisien, serta emisi CO dan HC yang lebih rendah dan masih memenuhi batas standar emisi. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan pengembangan sistem dual fuel LPG – ethanol yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: *dual fuel*, LPG – ethanol, waktu pengapian, durasi injeksi, ECU remap, kinerja mesin, emisi gas buang.

**TESTING OF THE LPG-ETHANOL DUAL FUEL SYSTEM WITH
VARIATIONS OF IGNITION TIMING AND INJECTION DURATION
BASED ON THE ECU STANDARD REMAP ON THE PERFORMANCE OF
A 110 CC FI MOTORCYCLE**

Najam Miftahul'Ulum

Advisor: Dr, Darwin Rio Budi Syaka, M,T, and Dr. Ragil Sukarno,M.T.

ABSTRACT

The increasing number of motor vehicles requires the development of more efficient and environmentally friendly alternative fuels. One solution examined in this study is the application of an LPG–ethanol dual fuel system in fuel-injected motorcycles. This study aims to analyze the effect of ignition timing and injection duration variations based on standard ECU remapping on the performance of a 110 cc Fuel Injection (FI) motorcycle engine. The independent variables in this study are ignition timing variations of 12.5°, 15°, and 17.5° before Top Dead Center (BTDC), as well as minimum, standard, and maximum injection durations. The dependent variables observed include torque, power, specific fuel consumption (SFC), and exhaust emissions of carbon monoxide (CO) and hydrocarbons (HC). The tests were conducted using a chassis dynamometer, flow meter, and gas analyzer. The results show that variations in ignition timing and injection duration significantly affect engine performance and exhaust emissions. The ignition timing of 17.5° BTDC with standard injection duration provides the most optimal performance, characterized by higher torque and power, relatively efficient fuel consumption, and lower CO and HC emissions that still comply with emission standards. This study is expected to serve as a reference for the development of efficient and environmentally friendly LPG – ethanol dual fuel systems for motorcycles.

Keywords: dual fuel, LPG – ethanol, ignition timing, injection duration, ECU remap, engine performance, exhaust emissions.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN (2)	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	2
1.3 Pembatasan Masalah	3
1.4 Perumusan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
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 Ethanol	7
2.1.4 LPG	9
2.1.5 Motor Bensin	11
2.1.6 <i>Electronic Fuel Injection</i>	13
2.1.7 <i>Timing</i> Pengapian	14
2.1.8 Durasi Injeksi	16
2.1.9 Kinerja Motor	17
2.1.10 Durasi Pengapian	19
2.1.11 Dynamometer	19
2.1.12 Standar Emisi Gas Buang	19
2.1.13 <i>Valve Timing Diagram</i>	20

2.2 Penelitian Relevan	22
2.3 Kerangka Konseptual.....	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	26
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	26
3.3 Diagram Alir Penelitian	28
3.4 Prosedur dan Teknik Pengumpulan Data.....	31
3.5 Skematik Penelitian	35
3.6 Teknik Analisis Data	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1.1 Hasil Pengujian <i>Dynotest</i>	36
4.1.2 Data Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar.....	45
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian.....	53
4.2.1 Pembahasan Hasil Pengujian Torsi dan Daya	53
4.2.2 Pembahasan Hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO dan HC.....	60
4.3 Konfigurasi yang Direkomendasikan Berdasarkan Hasil Penelitian..	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	68
5.1. Kesimpulan.....	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	70
Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian	74

Intelligentia - Dignitas

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 Skema diagram lingkaran derajat timing pengapian	15
Gambar 2. 4 Pengaruh Timing Pengapian Terhadap Bahan Bakar	16
Gambar 2. 5 Durasi Injeksi Bahan Bakar.....	17
Gambar 2. 6 Diagram Valve Timing.....	17
Gambar 2. 6 Diagram Konsep Penelitian.....	17
Gambar 3. 1 Motor Beat 110cc FI	27
Gambar 4. 1 Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Peralite	50
Gambar 4. 2 Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian Terhadap Torsi Mesin Motor bensin 4 tak 110 cc Tahun 2019	52
Gambar 4. 3 Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Variasi RPM torsi pada Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian Terhadap Torsi Mesin Motor bensin 4 tak 110 cc Tahun 2019	53
Gambar 4. 4 Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian Terhadap Daya Mesin Motor bensin 4 tak 110 cc Tahun 2019	53
Gambar 4. 5 Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Variasi RPM daya pada Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian Terhadap Torsi Mesin Motor bensin 4 tak 110 cc Tahun 2019	58
Gambar 4. 6 Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian Terhadap Gas Buang CO Mesin Motor Bensin 4 Tak 110 cc Tahun 2019	68
Gambar 4. 7 Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian Terhadap Gas Buang HC Mesin Motor Bensin 4 Tak 110 cc Tahun 2019	60
Gambar 4. 8 <i>SFC</i> Terhadap Durasi Injeksi Dan Waktu Pengapian	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Bahan Bakar Bioetanol.....	8
Tabel 2. 2 Spesifikasi LPG	9
Tabel 2. 3 Penelitian Relevan.....	23
Tabel 4. 1 Data Hasil Dynotest Bahan Bakar Pertalite, Waktu Pengapian Standar Dan Durasi Injeksi Standar	31
Tabel 4. 2 Data Hasil Dynotest Bahan Bakar Ethanol, Waktu Pengapian Standar Dan Durasi Injeksi Standar	32
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Torsi Dalam Satuan (Nm) Berdasarkan Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian	34
Tabel 4. 4 Hasil Putaran Puncak Torsi (RPM) Berdasarkan Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian	34
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran Daya Dalam Satuan (HP) Berdasarkan Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian	37
Tabel 4. 6 . Hasil Putaran Puncak Daya (RPM) Berdasarkan Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian	37
Tabel 4. 7 Data Hasil <i>Specific Fuel Consumption</i>	40
Tabel 4. 8 Data Hasil Emisi Gas Buang	49

Intelligentia - Dignitas