

SKRIPSI

**OPTIMASI KINERJA MESIN KENDARAAN BERBAHAN
BAKAR GAS LPG DENGAN VARIASI TEKANAN KELUAR
GAS DAN WAKTU PENGAPIAN**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN 1

Judul : Optimasi Kinerja Mesin Kendaraan Berbahan Bakar
Gas LPG Dengan Variasi Tekanan Keluar Gas dan
Waktu Pengapian
Penyusun : Agung Fadhillah
NIM : 1502621001
Pembimbing 1 : Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.
Pembimbing 2 : Drs. Adi Tri Tyassmadi, M.Pd.

Disetujui Oleh :

Pembimbing 1,

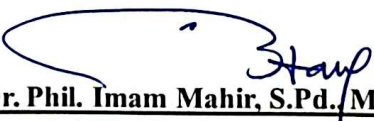
Pembimbing 2,


Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T.
NIP. 197604222006041001


Drs. Adi Tri Tyassmadi, M.Pd.
NIP. 196105211986021001

Mengetahui

Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Jakarta

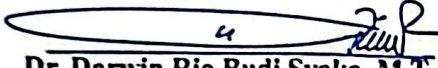

Dr. Phil. Imam Mahir, S.Pd., M.Pd.
NIP. 1984041820009121001

LEMBAR PENGESAHAN 2

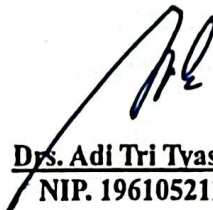
Judul : Optimasi Kinerja Mesin Kendaraan Berbahan Bakar Gas LPG
Dengan Variasi Tekanan Keluar Gas dan Waktu Pengapian
Penyusun : Agung Fadhillah
NIM : 1502621001
Tanggal Ujian : Senin, 28 Juli 2025

Disetujui Oleh :

Pembimbing 1,


Dr. Darwin Rio Budi Svaka, M.T.
NIP. 197604222006041001

Pembimbing 2,

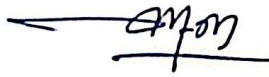

Drs. Adi Tri Tyassmadi, M.Pd.
NIP. 196105211986021001

Pengesahan Panitia Ujian Skripsi

Ketua Penguji,


Akhmad Saufan, M.T., Ph.D.
NIP. 196505021993031005

Sekretaris Penguji,


Drs. Sopivan, M.Pd.
NIP. 196412231999031002

Penguji Ahli,


Drs. Syamsuir, M.T.
NIP. 196705151993041001

Mengetahui
Koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Mesin,


Dr. Phil. Imam Mahir, S.Pd., M.Pd.
NIP. 1984041820009121001

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Agung Fadhillah
No. Register : 1502621001
Tempat, tanggal lahir : Jakarta, 02 Desember 2002
Alamat : Malaika Gardenia 2, RT 08 RW 04
No.13 Kel. Bahagia, Kec. Babelan,
Bekasi, Jawa Barat 17610

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Proposal yang berjudul " **OPTIMASI KINERJA MESIN KENDARAAN BERBAHAN BAKAR GAS LPG DENGAN VARIASI TEKANAN KELUAR GAS dan WAKTU PENGAPIAN** ".
2. Karya tulis ilmiah ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian Saya dengan arahan Dosen Pembimbing.
3. Karya tulis 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 ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka Saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Jakarta, 07 Juli 2025



Agung Fadhillah

NIM.1502621001



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 : Agung Fadhillah
NIM : 1502621001
Fakultas/Prodi : Pendidikan Teknik Mesin
Alamat email : agungfadhillah62@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 :

“OPTIMASI KINERJA MESIN KENDARAAN BERBAHAN BAKAR GAS LPG
DENGAN VARIASI TEKANAN KELUAR GAS dan WAKTU PENGAPIAN”

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, 04 Agustus 2025

(Agung Fadhillah)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan mengucapkan puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul " Optimasi Kinerja Mesin Kendaraan Berbahan Bakar Gas LPG Dengan Variasi Tekanan Keluar Gas dan Waktu Pengapian". Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Dalam proses penyusunan seminar proposal ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Darwin Rio Budi Syaka, M.T., selaku Dosen Pembimbing 1 yang senantiasa memberikan arahan, motivasi, dan bimbingan kepada penulis dalam mengerjakan Proposal Skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Bapak Drs. Adi Tri Tyassmadi, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing 2 yang senantiasa memberikan arahan, motivasi, dan bimbingan kepada penulis dalam mengerjakan Skripsi ini sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
3. Bapak Dr. Phil, Imam Mahir, S.Pd., M.Pd., selaku Kepala Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
4. Bapak Drs. Tri Bambang AK., M.Pd., selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan dan semangat kepada penulis selama menjalankan perkuliahan.
5. Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya.
6. Seluruh staff dan karyawan akademika Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta yang telah membantu seluruh proses administrasi penulis.
7. Ayah tercinta, atas kasih sayang, doa, dan dukungan yang senantiasa menguatkan selama proses perkuliahan.

8. Almarhumah ibu tercinta, yang meskipun telah berpulang ke rahmatullah, tetap menjadi sumber inspirasi dan kekuatan bagi penulis. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan tempat terbaik di sisi-Nya.
9. Saudara kandung tercinta, atas doa, dukungan moral, serta dorongan semangat yang tidak pernah putus.
10. Untuk teman saya, Mochamad Ardiansyah Aditya dan Najam Miftah, yang telah berjuang bersama dan memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
11. Kepada Bapak Miftah Solih dan Bapak Syaiful Millah yang selalu memberikan masukan dan gagasan ide dari awal konsep penelitian hingga selesai.
12. Keluarga besar Pendidikan Teknik Mesin angkatan 2021 yang selalu memberi semangat dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
13. Seluruh Pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu namanya, yang telah memberikan kepada penulis secara langsung maupun tidak langsung selama proses penyusunan Skripsi ini,

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan di masa mendatang. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Jakarta, 07 Juli 2025

Penyusun,

Agung Fadhillah

NIM.1502621001

OPTIMASI KINERJA MESIN KENDARAAN BERBAHAN BAKAR GAS LPG DENGAN VARIASI TEKANAN KELUAR GAS DAN WAKTU PENGAPIAN

Agung Fadhillah

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

ABSTRAK

Pemanfaatan bahan bakar gas (BBG) pada kendaraan bermotor merupakan salah satu inovasi untuk mendukung penggunaan energi alternatif yang lebih bersih dan ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pengaruh variasi tekanan bahan bakar gas (2, 3, dan 4 bar) serta variasi waktu pengapian (15° BTDC, 17,5° BTDC, 20° BTDC) terhadap performa mesin sepeda motor Honda Beat tahun 2019, ditinjau dari torsi, daya, dan emisi gas buang CO & HC. Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan pengujian *dynotest* untuk mengukur torsi dan daya, serta *gas analyzer* untuk mengukur emisi gas buang berupa CO dan HC. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tekanan bahan bakar gas dan waktu pengapian, sedangkan variabel terikatnya adalah torsi, daya, dan emisi gas buang CO&HC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi tekanan bahan bakar gas dan waktu pengapian memberikan pengaruh signifikan terhadap performa mesin dan emisi gas buang. Kombinasi parameter tertentu dapat meningkatkan torsi dan daya, sekaligus menekan emisi CO dan HC. Hasil ini diharapkan dapat menjadi referensi teknis dan ilmiah dalam upaya optimalisasi performa sekaligus pengurangan emisi kendaraan berbahan bakar gas.

Kata kunci : Daya, Emisi Gas Buang, Tekanan Bahan Bakar Gas, Torsi, Waktu Pengapian.

**OPTIMIZATION OF LPG-FUELED VEHICLE ENGINE
PERFORMANCE THROUGH VARIATIONS IN GAS OUTLET
PRESSURE AND IGNITION TIMING**

Agung Fadhillah

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

ABSTRACT

The utilization of gas fuel (BBG) in motor vehicles is one of the innovations to support the use alternative energi that is cleaner and enviromentally friendly. This study aims to identify the effect of fuel gas pressure variations (2 bar; 3 bar; 4 bar) and ignition time variations (15° BTDC, 17,5° BTDC, 20° BTDC) on the performance of the Honda Beat Motorcycle engine in 2019, in terms of torque and power produced and CO & HC exhaust emissions. The study used an experimental method with dynotes testing to measure torque and power, and CO & HC exhaust emissions. The result showed that variations in fuel gas pressure and ignition timing had a significant effect on engine performance and exhaust emissions. The combination of certain parameters can increase torque and power, while reducing CO and HC emissions. These results are expected to be a technical and scientific reference in efforts to optimize performance while reducing emissions of gas-fueled vehicles.

Keywords: Power, Exhaust Emissions, Fuel Gas Pressure, Torque, Ignition Timing.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN 1	ii
LEMBAR PENGESAHAN 2	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Pembatasan Masalah	4
1.4. Rumusan Masalah	4
1.5. Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1. Kajian Teori	6
2.1.1. Motor Otto.....	6
2.1.2. Performa Mesin.....	6
2.1.3. Emisi Gas Buang.....	7
2.1.4. Bahan Bakar dan Pembakaran	11
2.1.5. Sistem Pengapian	19
2.1.6. <i>Heat Balance</i>	21
2.1.7. <i>Elektronik Fuel Injection (EFI)</i>	22
2.1.8. Rangkaian Sistem Bahan Bakar Gas.....	25
2.2. Penelitian-Penelitian yang Relevan.....	25
2.3. Kerangka Pemikiran	30
2.4. Hipotesis Penelitian	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	33

3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	33
3.1.1.	Tempat Penelitian.....	33
3.1.2.	Waktu Penelitian	33
3.2.	Alat dan Bahan	33
3.2.1.	Alat Penelitian.....	33
3.2.2.	Bahan Penelitian.....	41
3.2.3.	Perangkat Lunak.....	42
3.3.	Diagram Alir Penelitian.....	42
3.4.	Teknik dan Prosedur Pengambilan Data.....	44
3.4.1.	Identifikasi Variabel	44
3.4.2.	Metode Pengumpulan Data.....	46
3.4.3.	Prosedur Pengambilan Data.....	46
3.5.	Teknik Analisa Data	48
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		50
4.1.	Deskripsi Data	50
4.2.	Pembahasan Hasil Penelitian.....	59
4.4.1.	Hasil Pengujian Torsi dan Daya	59
4.4.2.	Hasil Pengujian Emisi Gas Buang CO dan HC	61
4.4.3.	Konfigurasi yang Direkomendasikan Berdasarkan Hasil Penelitian	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		64
5.1.	Kesimpulan.....	64
5.2.	Saran.....	65
DAFTAR PUSTAKA		66
DAFTAR LAMPIRAN		69
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Pembakaran Sempurna (Sumber: Buku Motor Bakar Torak,Wiranto)	12
Gambar 2. 2 Grafik hubungan tekanan di dalam silinder dan waktu pengapian ..	20
Gambar 2. 3 Sistem EFI (https://autorusy.blogspot.com/2011/02/jenis-jenis-efi.html).....	23
Gambar 2. 4 Rangkaian Sistem Bahan Bakar Gas (diolah penulis).....	25
Gambar 2. 5 Paradigma Penelitian (Diolah Penulis)	31
Gambar 3. 1 Motor Honda Beat ESP Tahun 2019 (Sumber : Dokumentasi pribadi)	34
Gambar 3. 2 <i>Dyno Axis Moto VX-5</i> (Sumber: https://oneteamstore.com/high-performance-axis-dyno-moto-vx-5-aluminium-ramp-curve-868m)	35
Gambar 3. 3 <i>Gas Analyzer HG-520</i> (Sumber : Dokumentasi pribadi)	35
Gambar 3. 4 Laptop Asus A405U (Sumber : https://www.pcplus.co.id/2017/09/review-asus-vivobook-14-a405u/#google_vignette).....	36
Gambar 3. 5 Regulator <i>Coupling</i> (Sumber : https://images.app.goo.gl/g8UARvthbMMG3h9U8)	36
Gambar 3. 6 Sistem Kerja Regulator (Sumber : Dokumentasi pribadi)	37
Gambar 3. 7 Ilustrasi cara kerja regulator (Sumber:Dokumentasi pribadi)	37
Gambar 3. 8 Ilustrasi cara kerja regulator (Sumber:Dokumentasi pribadi)	38
Gambar 3. 9 Regulator TMOK (Sumber : https://indonesian.oujiavalve.com/sale-13387367-dn20-bsp-3-4-regulator-brass-water-pressure-regulator-pn-1-6-adjustable-pressure-reducing-valve-with.html)	38
Gambar 3. 10 <i>Pressure Gauge</i> (Sumber: https://www.tokopedia.com/tokojokos-1/manometer-digital-meijer-pressure-gauge-digital-1-4?aff_unique_id=&channel=others&chain_key=).....	39
Gambar 3. 11 Selang PU (sumber: https://www.blibli.com/p/selang-pu-kualitas-tinggi-ukuran-6mm-panjang-50-meter-miyauuuushp14/is--MI4-70012-02860-00003)	39
Gambar 3. 12 Busi TDR Iridium (Sumber : https://tdr-racing.com/products-2/power/electrical/twin-iridium-spark-plug).....	40

Gambar 3. 13 <i>Link Hdiag Pro</i> (Sumber: https://images.app.goo.gl/sEt5aFiopb7CbWEE6)	40
Gambar 3. 14 AFR Meter Sooko.io (Sumber : https://www.sooko.io/afr-meter-wide-band/)	41
Gambar 3. 15 LPG (sumber: https://www.tokopedia.com/sinarbaloho/isi-ulang-gas-lpg-3-kg-siap-antar-alamat?utm_source=google&utm_medium=organic&utm_campaign=pdp)	41
Gambar 3. 16 <i>Hdiag Pro Software</i> (Sumer:Dokumentasi pribadi)	42
Gambar 3. 17 Diagram alir (Sumber:Dibuat oleh penulis, 2025)	43
Gambar 4. 1 Hasil <i>Dynotest</i> Bahan Bakar Pertalite (Sumber : Dokumentasi pribadi)	50
Gambar 4. 2. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang (Sumber : Dokumentasi Pribadi)	57
Gambar 4. 3 Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian Terhadap Torsi Mesin Honda Beat ESP Tahun 2019 (Sumber : Dokumentasi Pribadi)	59
Gambar 4. 4 Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian Terhadap Daya Mesin Honda Beat ESP Tahun 2019 (Sumber : Dokumentasi Pribadi)	59
Gambar 4. 5 Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian Terhadap Gas Buang CO Mesin Honda Beat ESP Tahun 2019 (Sumber : Dokumentasi Pribadi)	62
Gambar 4. 6 Grafik Rata-Rata Hasil Pengujian Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian Terhadap Gas Buang HC Mesin Honda Beat ESP Tahun 2019 (Sumber : Dokumentasi Pribadi)	62

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas Emisi Pada Kendaraan Berbahan Bakar Gas	9
Tabel 2. 2 Spesifikasi Bahan Bakar Pertalite	14
Tabel 2. 3 Spesifikasi Bahan Bakar Pertamax	15
Tabel 2. 4 Komposisi gas alam	17
Tabel 2. 5 Rumus Kimia Pembakaran Sempurna pada Bahan Bakar Gas	18
Tabel 2. 6 Spesifikasi Bahan Bakar Gas	18
Tabel 4. 1 Hasil <i>Dynotest</i> Bahan Bakar Pertalite	51
Tabel 4. 2. Hasil Pengukuran Torsi Dalam Satuan (Nm) Berdasarkan Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian.....	52
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Daya Dalam Satuan (HP) Berdasarkan Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian.....	54
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran Emisi Gas Buang CO dalam satuan (%) dan HC dalam Satuan (ppm) Berdasarkan Variasi Tekanan Bahan Bakar dan Waktu Pengapian	56
Tabel 4. 33 RPM pada Konfigurasi 4 bar 20° BTDC	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian.....	69
Lampiran 2. Hasil Pengujian Torsi, Daya Emisi Gas Buang	70

