

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMEN PERFORMA DAN EMISI GAS
BUANG PADA MESIN BENSIN DENGAN PENAMBAHAN
ETANOL DAN METANOL

Ditujukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Terapan Teknik



Disusun oleh:
FADLILA QOLBI NUR AZIZAH
21021036

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025

TUGAS AKHIR
STUDI EKSPERIMEN PERFORMA DAN EMISI GAS
BUANG PADA MESIN BENSIN DENGAN PENAMBAHAN
ETANOL DAN METANOL

Ditujukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Memperoleh Gelar
Sarjana Terapan Teknik



Disusun oleh:
FADLILA QOLBI NUR AZIZAH
21021036

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025

HALAMAN PERSETUJUAN

STUDI EKSPERIMEN PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG PADA MESIN BENSIN DENGAN PENAMBAHAN ETANOL DAN METANOL

*EXPERIMENTAL STUDY OF EXHAUST GAS PERFORMANCE AND EMISSIONS IN
PETROL ENGINES WITH THE ADDITION OF ETHANOL AND METHANOL*

Disusun oleh:

FADLILA QOLBI NUR AZIZAH
21021036

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1



Faris Humami, M.Eng.
NIP. 199011102019021002

Tanggal 21 Mei 2025

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI EKSPERIMEN PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG PADA MESIN BENSIN DENGAN PENAMBAHAN ETANOL DAN METANOL

*EXPERIMENTAL STUDY OF EXHAUST GAS PERFORMANCE AND EMISSIONS IN
PETROL ENGINES WITH THE ADDITION OF ETHANOL AND METHANOL*

Disusun oleh:

FADLILA QOLBI NUR AZIZAH

21021036

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal, 4 Juni 2025

Ketua Seminar

Moch. Aziz Kurniawan, S.Pd., M. T.

NIP. 199210092019021002

Penguji 1

Tanda Tangan



Tanda Tangan

Faris Humami, M.Eng.

NIP. 199011102019021002

Penguji 2



Tanda Tangan

Buang Turasno, A.TD., M.T.

NIP. 196502201988031007



Mengetahui:

Ketua Program Studi

Teknologi Rekayasa Otomotif



Dr. Ery Muthorig, S.T., M.T.

NIP. 19901110201902100

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fadlila Qolbi Nur Azizah

Notar : 21021036

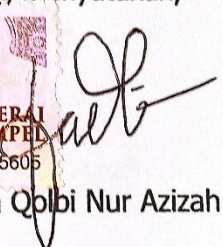
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "**STUDI EKSPERIMEN PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG PADA MESIN BENSIN DENGAN PENAMBAHAN ETANOL DAN METANOL**" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkan sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila Tugas Akhir ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka penulis bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 21 Mei 2025

Yang menyatakan,



Fadlila Qolbi Nur Azizah

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji kehadiran Allah SWT yang maha pengasih lagi maha penyayang atas nikmat dan karunia-Nya serta segala kemudahan dan kelancaran sehingga tugas akhir dengan judul "**STUDI EKSPERIMEN PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG PADA MESIN BENSIN DENGAN PENAMBAHAN ETANOL DAN METANOL**" dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat.

Penyusunan tugas akhir ini dapat dilaksanakan dengan baik karena bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.SiT., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan;
2. Bapak Dr. Ery Muthoriq, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif;
3. Bapak Faris Humami, M.Eng., sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan saran selama penyusunan tugas akhir;
4. Seluruh dosen Program Studi Teknologi Rekayasa Otomotif Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan atas ilmu yang telah diajarkan selama pendidikan;
5. Seluruh keluarga besar, Ibu Tri Wahyuni, Bapak Sugianto, dan Mbak Ewa yang senantiasa mendukung dan memberikan semangat;
6. Seluruh rekan-rekan, senior dan adik taruna Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan;
7. Serta Annissa Amri Lutfiana dan Salsabila Vanya Ade Heksa yang senantiasa menjadi pendengar yang baik.

Penulis menyadari penyusunan proposal tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Penulis harap jika terdapat kritik dan saran yang bersifat membangun dapat disampaikan.

Tegal, 21 Mei 2025



Fadlila Qolbi Nur Azizah

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
INTISARI.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Batasan Masalah.....	2
I.4 Tujuan Penelitian.....	3
I.5 Manfaat Penelitian	3
I.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Dampak Penggunaan Bahan Bakar Minyak.....	6
II.2 Penambahan Etanol pada Bahan Bakar Bensin	7
II.3 Penambahan Metanol pada Bahan Bakar Bensin.....	8
II.4 Pencampuran Etanol dan Metanol pada Bahan Bakar Bensin	9
II.5 Penambahan Zat Aditif pada Bahan Bakar Bensin dan Dampaknya terhadap Performa Mesin	10
II.6 Penambahan Zat Aditif pada Bahan Bakar Bensin dan Dampaknya terhadap Emisi Gas Buang.....	12
II.7 Nilai Oktan pada Performa Mesin	12
II.8 Penelitian Relevan	13
II.9 Motor Bensin.....	18
II.10 Siklus Teoritis Motor Bensin.....	19
II.11 Bahan Bakar Pertamina.....	21

II.12 <i>Properties</i> Etanol	23
II.13 <i>Properties</i> Metanol.....	25
II.14 Batasan pada Bahan Bakar yang Ditetapkan ASTM D4814.....	26
II.15 Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak Jenis Bensin (Gasoline) Ron 91 dan Ron 95 Yang Dipasarkan di Dalam Negeri..	28
II.16 Uji Distilasi ASTM D86	30
II.17 Unsur-unsur Emisi Gas Buang	31
II.18 Performa Mesin	33
II.19 Pembakaran Stoikiometri.....	35
BAB III METODE PENELITIAN	36
III.1 Tempat dan Waktu Penelitian	36
III.2 Diagram Alir Penelitian	38
III.3 Jenis Penelitian.....	39
III.4 Alat dan Bahan.....	40
III.5 Prosedur Pengambilan Data.....	41
III.6 Pengolahan dan Analisis Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
IV.1 Hasil Pengujian Karakteristik Variasi Campuran Bahan Bakar	45
IV.2 Hasil Pencampuran Pertamina dengan Etanol.....	47
IV.3 Hasil Pencampuran Pertamina dengan Metanol	53
IV.4 Hasil Pencampuran Pertamina dengan Etanol dan Metanol	58
IV.5 Perbandingan Variasi Campuran Bahan Bakar	62
BAB V PENUTUP	69
V.1 Kesimpulan	69
V.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	71
LAMPIRAN.....	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1	Siklus Motor Empat Langkah	19
Gambar II. 2	Torsi	34
Gambar II. 3	Proses Pembakaran Sempurna	35
Gambar III. 1	Laboratorium Teknologi Farmasi UGM	36
Gambar III. 2	Bengkel Anw Auto Engineering Nissan Honda Specialist & Commonrail Diesel.....	36
Gambar III. 3	Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan Tegal	37
Gambar III. 4	PPSDM Migas	37
Gambar III. 5	Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar III. 6	Magnetic Stirrer.....	41
Gambar III. 7	Eksperimental Setup	43
Gambar IV. 1	(a) Torsi dan (b) Daya Tertinggi Campuran Etanol	48
Gambar IV. 2	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Variasi Campuran Pertamina dengan Etanol.....	50
Gambar IV. 3	Emisi Gas Buang CO dan HC Pada Variasi Penambahan Etanol	51
Gambar IV. 4	Emisi Gas Buang CO ₂ Pada Variasi Penambahan Etanol.....	52
Gambar IV. 5	(a) Torsi dan (b) Daya Tertinggi Campuran Metanol.....	53
Gambar IV. 6	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Variasi Campuran Pertamina dengan Metanol	55
Gambar IV. 7	Emisi Gas Buang CO dan HC Pada Variasi Penambahan Metanol	56
Gambar IV. 8	Emisi Gas Buang CO ₂ Pada Variasi Penambahan Metanol	57
Gambar IV. 9	(a) Torsi dan (b) Daya Tertinggi Campuran Etanol dan Metanol.....	58
Gambar IV. 10	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik Variasi Campuran Pertamina dengan Etanol dan Metanol	59
Gambar IV. 11	Emisi Gas Buang CO dan HC Pada Variasi Penambahan Etanol dan Metanol.....	61
Gambar IV. 12	Emisi gas Buang CO ₂ Pada Variasi penambahan Etanol dan Metanol	62
Gambar IV. 13	Rata-Rata Torsi Maksimum Variasi Campuran Bahan Bakar	65

Gambar IV. 14	Rata-Rata Daya Maksimum Variasi Campuran Bahan Bakar....	66
Gambar IV. 15	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC) Variasi Campuran Bahan Bakar	67
Gambar IV. 16	Rata-Rata CO, HC, dan CO ₂ Variasi Campuran Bahan Bakar....	68

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1	Efek Penggunaan Metanol terhadap Nilai Angka Oktan (Sinaga dkk., 2017)	8
Tabel II. 2	<i>Properties</i> Pertamina.....	21
Tabel II. 3	<i>Properties</i> Etanol (PT Energi Agro Nusantara)	24
Tabel II. 4	<i>Properties</i> Metanol (PT Ayo Menebar Kebaikan)	25
Tabel II. 5	<i>Properties</i> dan Batasan pada Bahan Bakar	26
Tabel II. 6	Dirjen Migas 2022.....	28
Tabel III. 1	Variabel Penelitian	39
Tabel III. 2	Peralatan yang digunakan	40
Tabel III. 3	Bahan yang digunakan.....	40
Tabel III. 4	Pencampuran Bahan Bakar.....	41
Tabel III. 5	Matriks Data Penelitian.....	43
Tabel IV. 1	Hasil Uji Karakteristik Bahan Bakar	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi Kendaraan, Alat, dan Bahan	78
Lampiran 2. Pencampuran Bahan Bakar	85
Lampiran 3. Pengujian Kendaraan.....	86

INTISARI

Peningkatan penggunaan sarana transportasi telah menyebabkan lonjakan konsumsi bahan bakar minyak (BBM), terutama bensin. Pada tahun 2022, konsumsi bensin tercatat mencapai sekitar 36 juta kiloliter, dengan lebih dari 70% berasal dari impor. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor, pemerintah mendorong pemanfaatan bahan bakar alternatif seperti bioetanol dan metanol melalui kebijakan Peraturan Presiden Nomor 40 Tahun 2023. Etanol dan metanol memiliki angka oktan tinggi dan kandungan sulfur rendah, sehingga berpotensi meningkatkan performa mesin dan menurunkan emisi gas buang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan etanol dan metanol terhadap performa dan emisi gas buang mesin bensin dengan metode eksperimen.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran pertamax dengan 15% metanol (PM15) memberikan performa terbaik dengan torsi sebesar 95,51 Nm dan daya 76,7 HP, meningkat masing-masing sebesar 19,52% dan 22,92% dibandingkan pertamax murni. PM15 juga menunjukkan konsumsi bahan bakar spesifik terendah sebesar 0,0859 kg/kWh pada 3250 rpm, atau menurun 38,29% dari pertamax murni. Dari sisi emisi, PM15 menghasilkan emisi CO terendah sebesar 0,063%, HC sebesar 27,67 ppm, dan CO₂ sebesar 13,93%, menjadikannya formulasi campuran paling optimal dalam penelitian ini.

Kata kunci: metanol, etanol, bensin, performa mesin, emisi gas buang

ABSTRACT

The increasing use of transportation has led to a significant rise in fuel consumption, particularly gasoline. In 2022, gasoline consumption reached approximately 36 million kiloliters, with over 70% of it being imported. To reduce this dependency, the government has promoted the use of alternative fuels such as bioethanol and methanol through Presidential Regulation No. 40 of 2023. Ethanol and methanol have higher octane numbers and lower sulfur content, which can potentially improve engine performance and reduce exhaust emissions. This study aims to analyze the impact of adding ethanol and methanol to gasoline on engine performance and exhaust emissions using an experimental method. The test results showed that a mixture of pertamax with 15% methanol (PM15) delivered the best performance, producing 95.51 Nm of torque and 76.7 HP, which represent increases of 19.52% and 22.92% respectively compared to pure pertamax. PM15 also recorded the lowest specific fuel consumption at 0.0859 kg/kWh at 3250 rpm, a decrease of approximately 38.29% compared to pure pertamax. In terms of emissions, PM15 provided the best results with a CO level of 0.063%, HC of 27.67 ppm, and CO₂ of 13.93%, making it the most optimal fuel blend formulation in this study.

Keywords: methanol, ethanol, gasoline, engine performance, exhaust emissions