

TUGAS AKHIR
OPTIMALISASI *CATALYTIC CONVERTER* DENGAN
PERTALITE – ETANOL TERHADAP EMISI GAS BUANG
DAN PERFORMA MESIN

Ditujukan untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh :

MAHARDHIKA PUTRA PRATAMA

21.02.1045

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025

TUGAS AKHIR
OPTIMALISASI *CATALYTIC CONVERTER* DENGAN
PERTALITE – ETANOL TERHADAP EMISI GAS BUANG
DAN PERFORMA MESIN

Ditujukan untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh :

MAHARDHIKA PUTRA PRATAMA

21.02.1045

PROGRAM SARJANA TERAPAN
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMOTIF
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2025

HALAMAN PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR
OPTIMALISASI CATALYTIC CONVERTER DENGAN PERTALITE-ETANOL
TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN PERFORMA MESIN

*OPTIMIZATION OF CATALYTIC CONVERTER WITH PERTALITE – ETHANOL ON
EXHAUST GAS EMISSIONS AND ENGINE PERFORMANCE*

Disusun oleh :

MAHARDHIKA PUTRA PRATAMA
21.02.1045

Telah disetujui oleh :

Pembimbing



R. Arief Novianto, S.T., M.Sc.
NIP. 19741129 200604 1 001

Tanggal, 21 Mei 2025

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
OPTIMALISASI CATALYTIC CONVERTER DENGAN PERTALITE-ETANOL
TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN PERFORMA MESIN

*OPTIMIZATION OF CATALYTIC CONVERTER WITH PERTALITE – ETHANOL ON
EXHAUST GAS EMISSIONS AND ENGINE PERFORMANCE*

Disusun oleh :

MAHARDHIKA PUTRA PRATAMA
21.02.1045

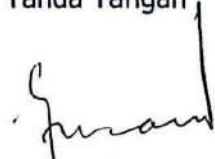
Telah dipertahankan di depan Tim Penguji :

Pada Tanggal : 13 Juni 2015

Ketua Seminar

Tanda Tangan

Drs. Gunawan, M.T
NIP. 19621218 198903 1 006
Penguji 1



Tanda Tangan

Buang Turasno, M.T
NIP. 19650220 198803 1 007
Penguji 2



Tanda Tangan

R. Arief Novianto, M.Sc
NIP. 19741129 200604 1 001

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Diploma IV Teknologi Rekayasa Otomotif



Dr. Ery Muthoriq, M.T.
NIP. 19830704 200912 1 004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mahardhika Putra Pratama
Notar : 21.02.1045
Program Studi : D-IV Teknologi Rekayasa Otomotif

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul "**OPTIMALISASI CATALYTIC CONVERTER DENGAN PERTALITE – ETANOL TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN PERFORMA MESIN**" ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak dapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh lembaga/orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam laporan ini dan disebutkab sumbernya secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dengan demikian saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila Laporan Tugas Akhir ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya tulis 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

Menyatakan,


Mahardhika Putra Pratama

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh, Puji Syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **"OPTIMALISASI CATALYTIC CONVERTER DENGAN PERTALITE-ETANOL TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN PERFORMA MESIN"**.

Bantuan, bimbingan, motivasi, dan partisipasi semua pihak sangat penting untuk menyelesaikan tugas akhir. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.ST., 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 R. Arief Novianto, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang senantiasa membimbing dan mengarahkan dengan penuh kesabaran;
4. Kedua orang tua saya serta keluarga besar yang selalu memberikan doa, dukungan, motivasi, dan semangat yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini;
5. Rekan-rekan Mahasiswa/i Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan yang sudah membantu dan memberikan semangat serta motivasi kepada penulis;
6. Pihak lain yang bersangkutan baik langsung maupun tidak langsung oleh penulis dalam mendukung terselesaikannya tugas akhir sehingga dapat diselesaikan tepat waktu.

Semoga tugas akhir yang dibuat oleh penulis dapat bermanfaat bagi pihak yang membaca tugas akhir ini. Dengan berbagai keterbatasan, penulis memohon maaf apabila belum bisa menyusun tugas akhir dengan sempurna.

Tegal, 14 Januari 2025



Mahardhika Putra Pratama

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
INTISARI	xiii
<i>ABSTRACT</i>.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Tujuan	3
I.5 Manfaat.....	3
I.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Penelitian Relevan	6
II.2 Motor Bakar	9
II.2.1 Langkah Hisap.....	9
II.2.2 Langkah Kompresi	9
II.2.3 Langkah Usaha.....	10
II.2.4 Langkah Buang	10
II.3 Reaksi Pembakaran	11

II.4	Knalpot	12
II.4.1	<i>Header</i>	12
II.4.2	Resonator.....	13
II.4.3	<i>Catalytic Converter</i>	13
II.4.4	<i>Muffler</i>	13
II.4.5	<i>Exhaust Downpipe</i>	13
II.4.6	<i>Tail Pipe</i>	13
II.5	<i>Catalytic Converter</i>	13
II.5.1	<i>Oxidation Catalyst (OC)</i>	14
II.5.2	<i>Three-Way Catalyst (TWC)</i>	14
II.6	Katalis	15
II.6.1	Katalis Homogen	15
II.6.2	Katalis Heterogen	16
II.7	<i>Metallic Catalytic Converter</i>	16
II.7.1	Tembaga.....	16
II.7.2	Stainless Steel	17
II.8	Bahan Bakar	17
II.9	Pertalite	18
II.10	Etanol	19
II.11	Emisi Gas Buang.....	20
II.11.1	Karbon Monoksida (CO).....	22
II.11.2	Hidrokarbon (HC)	23
II.12	Performa Mesin	23
II.12.1	Torsi.....	23
II.12.2	<i>Horse Power</i> (Daya)	24
BAB III	METODE PENELITIAN	25
III.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	25

III.1.1	Lokasi Penelitian	25
III.1.2	Waktu Penelitian	26
III.2	Jenis dan Variabel Penelitian.....	28
III.2.1	Jenis Penelitian	28
III.2.2	Variabel Penelitian.....	28
III.3	Diagram Alir Penelitian	30
III.4	Prosedur Penelitian.....	33
III.4.1	Perancangan Alat	33
III.4.2	Perancangan bahan katalis.....	34
III.4.3	Pencampuran Bahan Bakar.....	35
III.4.4	Alat dan Bahan Penelitian.....	39
III.4.5	Pembuatan Alat.....	43
III.4.6	Pencampuran Bahan Bakar.....	44
III.5	Metode Pengumpulan Data.....	44
III.5.1	Data Primer.....	44
III.5.2	Data Sekunder	44
III.5.3	Pengujian.....	45
III.6	Metode Pengolahan Data.....	49
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	50
IV.1	Hasil.....	50
IV.1.1	Pengujian Emisi Gas Buang.....	50
IV.1.2	Pengujian Performa Mesin	58
IV.2	Pembahasan.....	68
IV.2.1	Emisi Gas Buang.....	68
IV.2.2	Performa Mesin	79
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	91
V.1	Kesimpulan	91

V.2	Saran	91
DAFTAR PUSTAKA		93
LAMPIRAN		98

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Penelitian Relevan	6
Tabel II.2 Nilai Oktan Bahan Bakar dan Rasio Kompresi	18
Tabel II.3 Baku Mutu Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor	22
Tabel III.1 Jadwal Penelitian	27
Tabel III.2 Spesifikasi Plat Tembaga	34
Tabel III.3 Spesifikasi Plat <i>Stainless Steel</i>	35
Tabel III.4 Spesifikasi Pertalite	36
Tabel III.5 Spesifikasi Etanol <i>Fuel Grade</i>	37
Tabel III.6 Presentase Campuran Bahan Bakar	38
Tabel III.7 Spesifikasi Daihatsu Gran Max	40
Tabel III.8 Pencatatan Hasil Uji Emisi	46
Tabel III.9 Pencatatan Hasil Uji Performa Mesin	48
Tabel IV.1 Hasil Pengujian Emisi Gas Buang Tanpa <i>catalytic converter</i>	51
Tabel IV.2 Hasil Pengujian Emisi Gas Buang dengan <i>Catalytic Converter</i>	55
Tabel IV.3 Hasil Pengujian Performa Mesin Tanpa <i>catalytic converter</i>	59
Tabel IV.4 Hasil Pengujian Performa Mesin dengan <i>catalytic converter</i>	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Langkah Hisap	9
Gambar II.2 Langkah Kompresi.....	10
Gambar II.3 Langkah Usaha	10
Gambar II.4 Langkah Buang	11
Gambar II.5 Sistem Pembuangan Kendaraan	12
Gambar II.6 Katalis Sarang Lebah.....	15
Gambar III.1 Lokasi Laboratorium dan Bengkel SMK Kota Surakarta	25
Gambar III.2 Lokasi Bengkel AMS Solo	26
Gambar III.3 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar III.4 Rancangan Desain <i>Catalytic Converter</i>	34
Gambar III.5 Rancangan Desain Katalis Sarang Lebah	35
Gambar III.6 Tachometer	40
Gambar III.7 Alat Uji <i>Gas Analyzer</i>	41
Gambar III.8 Alat Uji <i>Chassis Dynamometer</i>	41
Gambar III.9 Alat Pelindung Diri	42
Gambar III.10 Gelas Ukur	42
Gambar III.11 Jerigen.....	43
Gambar IV.1 Grafik Kandungan CO dengan Bahan Bakar Pertalite	69
Gambar IV.2 Grafik Kandungan CO dengan Pertalite + Etanol 5% (EP5)	70
Gambar IV.3 Grafik Kandungan CO dengan Pertalite + Etanol 10% (EP10)....	71
Gambar IV.4 Grafik Kandungan CO dengan Pertalite + Etanol 15% (EP15)....	72
Gambar IV.5 Grafik Kandungan CO dengan Pertalite + Etanol 20% (EP20)....	73
Gambar IV.6 Grafik Kandungan HC dengan Bahan Bakar Pertalite	74
Gambar IV.7 Grafik Kandungan HC dengan Pertalite + Etanol 5% (EP5).....	75
Gambar IV.8 Grafik Kandungan HC dengan Pertalite + Etanol 10% (EP10)....	76
Gambar IV.9 Grafik Kandungan HC dengan Pertalite + Etanol 15% (EP15)....	77
Gambar IV.10 Grafik Kandungan HC dengan Pertalite + Etanol 20% (EP20)..	78
Gambar IV.11 Grafik Torsi dengan Bahan bakar Pertalite Murni (EP0)	80
Gambar IV.12 Grafik Torsi dengan Pertalite + Etanol 5% (EP5).....	81
Gambar IV.13 Grafik Torsi dengan Pertalite + Etanol 10% (EP10).....	82
Gambar IV.14 Grafik Torsi dengan Pertalite + Etanol 15% (EP15).....	83

Gambar IV.15	Grafik Torsi dengan Pertalite + Etanol 20% (EP20).....	84
Gambar IV.16	Grafik Daya dengan Bahan bakar Pertalite (EP0).....	85
Gambar IV.17	Grafik Daya dengan Pertalite + Etanol 5% (EP5)	86
Gambar IV.18	Grafik Daya dengan Pertalite + Etanol 10% (EP10).....	87
Gambar IV.19	Grafik Daya dengan Pertalite + Etanol 15% (EP15).....	88
Gambar IV.20	Grafik Daya dengan Pertalite + Etanol 20% (EP20).....	89

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pengukuran dan Desain Bahan <i>Metallic Catalytic Converter</i>	98
Lampiran 2	Dokumentasi Pembuatan <i>Metallic Catalytic Converter</i>	98
Lampiran 3	Dokumentasi Pencampuran Bahan Bakar	99
Lampiran 4	Dokumentasi Pemasangan <i>Metallic Catalytic Converter</i>	99
Lampiran 5	Dokumentasi Pengurusan Tangki Bahan Bakar	99
Lampiran 6	Dokumentasi Pengujian Performa Mesin Kendaraan	100
Lampiran 7	Dokumentasi Penambahan Etanol Pada Pengujian Performa	100
Lampiran 8	Dokumentasi Pengujian Emisi Gas Buang Kendaraan	101
Lampiran 9	Dokumentasi Pengisian Bahan Bakar Campuran Etanol	101
Lampiran 10	Hasil Emisi Gas Buang EP0 Tanpa <i>Catalytic Converter</i>	102
Lampiran 11	Hasil Emisi Gas Buang EP5 Tanpa <i>Catalytic Converter</i>	103
Lampiran 12	Hasil Emisi Gas Buang EP10 Tanpa <i>Catalytic Converter</i>	104
Lampiran 13	Hasil Emisi Gas Buang EP15 Tanpa <i>Catalytic Converter</i>	105
Lampiran 14	Hasil Emisi Gas Buang EP20 Tanpa <i>Catalytic Converter</i>	106
Lampiran 15	Hasil Emisi Gas Buang EP0 dengan <i>Catalytic Converter</i>	107
Lampiran 16	Hasil Emisi Gas Buang EP5 dengan <i>Catalytic Converter</i>	108
Lampiran 17	Hasil Emisi Gas Buang EP10 dengan <i>Catalytic Converter</i>	109
Lampiran 18	Hasil Emisi Gas Buang EP15 dengan <i>Catalytic Converter</i>	110
Lampiran 19	Hasil Emisi Gas Buang EP20 dengan <i>Catalytic Converter</i>	111
Lampiran 20	Hasil Uji Performa Mesin EP0 Tanpa <i>Catalytic Converter</i>	112
Lampiran 21	Hasil Uji Performa Mesin EP5 Tanpa <i>Catalytic Converter</i>	112
Lampiran 22	Hasil Uji Performa Mesin EP10 Tanpa <i>Catalytic Converter</i>	113
Lampiran 23	Hasil Uji Performa Mesin EP15 Tanpa <i>Catalytic Converter</i>	113
Lampiran 24	Hasil Uji Performa Mesin EP20 Tanpa <i>Catalytic Converter</i>	114
Lampiran 25	Hasil Uji Performa Mesin EP0 dengan <i>Catalytic Converter</i>	114
Lampiran 26	Hasil Uji Performa Mesin EP5 dengan <i>Catalytic Converter</i>	115
Lampiran 27	Hasil Uji Performa Mesin EP10 dengan <i>Catalytic Converter</i>	115
Lampiran 28	Hasil Uji Performa Mesin EP15 dengan <i>Catalytic Converter</i>	116
Lampiran 29	Hasil Uji Performa Mesin EP20 dengan <i>Catalytic Converter</i>	116
Lampiran 30	<i>Certificate of Analysis Ethanol Fuel Grade</i>	117

INTISARI

Catalytic converter merupakan salah satu teknologi kendaraan yang digunakan pada sistem pembuangan kendaraan bermotor yang mempunyai fungsi untuk mereduksi kadar karbonmonoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan nitrogen dioksida (NO_x). Teknologi ini perlu menggunakan bahan yang bersifat ekonomis, katalis, dan tahan terhadap panas untuk menurunkan polusi udara yang dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan bermotor. Selain itu, penggunaan bahan bakar alternatif juga dapat membantu dalam menekan polusi udara dan konsumsi bahan bakar fosil. Sehingga perlu adanya bahan baku lain dalam pembuatan catalytic dan bahan bakar alternatif. Oleh karena itu, perlu dikembangkan bahan baku catalytic converter yang ekonomis dan mudah dijumpai seperti logam tembaga (Cu) dan stainless steel serta bahan bakar alternatif seperti *ehanol fuel grade*.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental bertujuan untuk mengetahui pengaruh *metallic catalytic converter* dan mengetahui variasi bahan bakar pertalite – etanol terhadap emisi gas buang dan performa mesin kendaraan. Variasi campuran bahan bakar pertalite murni (EP0), pertalite + etanol 5% (EP5), pertalite + etanol 10% (EP10), pertalite + etanol 15% (EP15), dan pertalite + etanol 20% (EP20).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan metallic catalytic converter berbahan tembaga (Cu) dan stainless steel dapat menurunkan emisi gas buang dan berdampak menurunkan performa mesin kendaraan. Hasil uji emisi gas buang bahwa penggunaan bahan bakar EP5 menjadi bahan bakar paling optimal yang dapat menurunkan CO sebesar 87,44% pada putaran mesin 2000 rpm dan HC sebesar 78,72% pada putaran mesin 4000 rpm. Sedangkan, hasil uji performa mesin menunjukkan penggunaan bahan bakar EP5 menjadi bahan bakar yang optimal. Penurunan torsi paling kecil sebesar 3,72% pada putaran mesin 2500 rpm dan penurunan daya paling kecil sebesar 9,38% pada putaran mesin 3500 rpm.

Kata Kunci : *Catalytic Converter*, Etanol, Tembaga (Cu), Emisi , Performa mesin.

ABSTRACT

The catalytic converter is a vehicle technology used in the exhaust system of motor vehicles, functioning to reduce the levels of carbon monoxide (CO), hydrocarbons (HC), and nitrogen oxides (NO_x). This technology requires materials that are economical, catalytic, and heat-resistant to reduce air pollution produced by vehicle exhaust emissions. In addition, the use of alternative fuels can also help suppress air pollution and reduce the consumption of fossil fuels. Therefore, it is necessary to develop alternative raw materials for catalytic converters and alternative fuels. Economical and readily available materials such as copper (Cu) and stainless steel, as well as alternative fuels like fuel-grade ethanol, are considered promising options.

This research employed an experimental method aimed at investigating the effect of a metallic catalytic converter and variations in pertalite–ethanol fuel mixtures on vehicle exhaust emissions and engine performance. The fuel variations used in this study include pure pertalite (EP0), pertalite + 5% ethanol (EP5), pertalite + 10% ethanol (EP10), pertalite + 15% ethanol (EP15), and pertalite + 20% ethanol (EP20).

The results showed that using a metallic catalytic converter made of copper (Cu) and stainless steel was effective in reducing exhaust emissions, although it also had an impact on reducing engine performance. Exhaust emission tests revealed that EP5 was the most optimal fuel mixture, capable of reducing CO emissions by 87.44% at 2000 rpm and HC emissions by 78.72% at 4000 rpm. Meanwhile, engine performance tests indicated that EP5 also resulted in the least performance reduction, with the smallest torque decrease of 3.72% at 2500 rpm and the smallest power decrease of 9.38% at 3500 rpm.

Keywords : Catalytic Converter, Ethanol, Copper (Cu), Emissions, Engine Performance