



ANALISIS PENGGUNAAN *CATALYTIC CONVERTER*

SUBSTRAT FeCrAl BERLAPIS NIKEL-KROM

TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG

TESIS

**UNIVERSITAS
OLEH :
MERCU BUANA
ZAENUDIN**

55821010002

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA



ANALISIS PENGGUNAAN *CATALYTIC CONVERTER*

SUBSTRAT FeCrAl BERLAPIS NIKEL-KROM

TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG

TESIS

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Program Studi

Magister Teknik Mesin

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

OLEH :

ZAENUDIN

55821010002

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA



PENGESAHAN TESIS

Judul : ANALISIS PENGGUNAAN *CATALYTIC CONVERTER*
SUBSTRAT FeCrAl BERLAPIS NIKEL-KROM
TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG

Nama : Zaenudin

NIM : 55821010002

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tanggal : 22 Agustus 2023

Mengesahkan,
Pembimbing



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

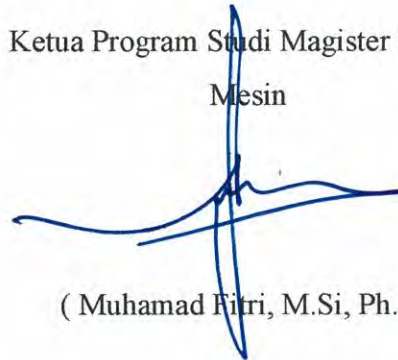
(Dafit Feriyanto, S.T, M.Eng, Ph.D)

Dekan Fakultas Teknik



(Dr.Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T)

Ketua Program Studi Magister Teknik
Mesin



(Muhamad Fitri, M.Si, Ph.D)

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK

Saya bertanda tangan di bawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh :

Nama : Zaenudin

NIM : 55821010002

Program Studi : Magister Teknik Mesin

dengan judul

“ANALISIS PENGGUNAAN *CATALYTIC CONVERTER* SUBSTRAT FeCrAl BERLAPIS NIKEL-KROM TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG”

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal 21 Agustus 2023 didapatkan nilai presentase sebesar 26 %

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 19 Desember 2023

Administrator Turnitin



Miyono, S.Kom

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa semua pernyataan dalam Tesis ini :

Judul : ANALISIS PENGGUNAAN *CATALYTIC CONVERTER*
SUBSTRAT FeCrAl BERLAPIS NIKEL-KROM
TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG

Nama : Zaenudin

NIM : 55821010002

Program Studi : Magister Teknik Mesin

Tanggal : Agustus 2023

Merupakan hasil studi Pustaka, penelitian lapangan dan karya saya sendiri dengan bimbingan komisi Dosen Pembimbing yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.

Karya ilmiah ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan pada program sejenis di perguruan tinggi lain. Semua informasi, data dan hasil pengolahannya yang digunakan, telah dinyatakan secara jelas sumbernya dan dapat diperiksa kebenarannya.

Jakarta, Agustus 2023

Penulis,



Zaenudin, S.T

ABSTRAK

Catalytic converter menjadi hal yang menarik dalam pengendalian emisi gas buang di dunia otomotif. Banyak penelitian yang dilakukan untuk meningkatkan kinerja *catalytic converter* dalam mengurangi polutan. Substrat keramik adalah yang paling banyak digunakan di pasaran, padahal substrat logam lebih unggul jika dilihat dari sifat fisiknya. FeCrAl sebagai substrat logam diterapkan dalam *catalytic converter* karena konduktivitas termalnya yang tinggi, kapasitas panas yang lebih rendah serta ketahanannya pada guncangan mekanis dan suhu tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan *catalytic converter* substrat keramik, logam dan FeCrAl berlapis Nikel-krom dalam mengurangi emisi gas buang dan performa. Pelapisan Nikel-krom pada substrat FeCrAl menggunakan metode elektroplating yang sebelumnya diberi pelapisan *zincate* sebagai *pretreatment*. Pengujian gas analyzer dan dynotest menggunakan Suzuki Carry-ST 150 pick up produksi tahun 2006 dengan dan tanpa *catalytic converter* pada berbagai kecepatan, dan variasi bahan bakar diuji dengan *dynamic test*. Diperoleh bahwa penggunaan *catalytic converter* substrat FeCrAl berlapis Nikel-krom paling efektif dalam menurunkan emisi gas buang HC berbahan bakar pertamax RON 92 sebesar 92,11%, gas buang NO_x berbahan bakar pertalite RON 90 sebesar 68,45% dan gas buang CO berbahan bakar pertamax turbo RON 98 sebesar 66,92%. Adapun hasil pengujian dynotest diperoleh kesimpulan bahwa penggunaan *catalytic converter* substrat FeCrAl dapat meningkatkan torsi (*torque*) dan menurunkan konsumsi bahan bakar.

Keyword : *Catalytic converter, FeCrAl berlapis Nikel-Krom, Performa Mesin*

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

ABSTRACT

Catalytic converters are an interesting thing in controlling exhaust emissions in the automotive world. Many studies have been carried out to improve the performance of catalytic converters in reducing pollutants. Ceramic substrates are the most widely used on the market, even though metal substrates are superior in terms of their physical properties. FeCrAl as a metal substrate is applied in catalytic converters because of its high thermal conductivity, lower heat capacity and resistance to mechanical shocks and high temperatures. The aim of this research is to compare nickel-chrome coated ceramic, metal and FeCrAl substrate catalytic converters in reducing exhaust emissions and performance. Nickel-chrome coating on the FeCrAl substrate uses an electroplating method which is previously given a zincate coating as pretreatment. Gas analyzer and dynotest testing using a 2006 Suzuki Carry-ST 150 pick-up with and without a catalytic converter at various speeds, and fuel variations are tested using a dynamic test. It was found that the use of a Nickel-chrome coated FeCrAl substrate catalytic converter was the most effective in reducing HC exhaust emissions fueled with Pertamina RON 92 by 92.11%, NO_x exhaust gas fueled with Peralite RON 90 by 68.45% and CO exhaust gas fueled Pertamina turbo RON 98 of 66.92%. The results of the dynotest test concluded that the use of a FeCrAl substrate catalytic converter can increase torque and reduce fuel consumption.

Keywords: Catalytic converter, Nickel-Chrome plated FeCrAl, Engine Performance

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik. Adapun judul tesis yang penulis ambil adalah “ANALISIS PENGGUNAAN *CATALYTIC CONVERTER* SUBSTRAT FeCrAl BERLAPIS NIKEL-KROM TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG”.

Tujuan penulisan tesis ini adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi Magister Teknik Mesin di Fakultas Magister Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan ini tidak akan berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof.Dr.Ir. Andi Adriansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana Jakarta
2. Dr.Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana Jakarta
3. Dr.Muhamad Fitri, S.T, M.Si selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta
4. Wiwit Suprihatiningsih, M.Si selaku Sekertaris Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana Jakarta
5. Dafit Feriyanto, S.T, M.Eng, Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan

6. Seluruh Dosen Program Studi Magister Teknik Mesin Universitas Mercu Buana, atas curahan ilmu yang telah Bapak/Ibu berikan kepada penulis
7. Yuyu Furyuanti, S.AP., Agus Supanji, A.MD.A.K., dan Us Us Baidilah Halian,S.E, M.Si dari Dinas Lingkungan Hidup Kota Sukabumi
8. Orang tua yang telah memberikan doa dan restunya
9. Istri Rahayu Agustia beserta anak-anakku tersayang Sultan Syahril Al Bakri dan Rasio Al Ghafani yang selalu memberikan doa, semangat, dukungan moral maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik

Penulis menyadari bahwa penyusunan tesis ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu, penulis mohon kritik saran yang konstruktif untuk perbaikan penulisan dimasa yang akan datang.

Akhir kata, semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, Agustus 2023

Penulis,

Zaenudin, S.T

DAFTAR ISI

PENGESAHAN TESIS.....	i
PERNYATAAN SIMILARITY CHECK.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Novelty.....	4
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Motor Bensin.....	9
2.2 Bahan Bakar Bensin.....	11
2.3 <i>Air Fuel Ratio</i>	13
2.4 Performa Mesin.....	14
2.5 Emisi Gas Buang.....	15
2.6 <i>Catalytic Converter</i>	18
2.7 Komponen <i>Catalytic Converter</i>	20

2.8 Substrat FeCrAl.....	24
2.9 Metode Elektroplating Nikel-Krom.....	25
2.10 Review Penelitian Terdahulu.....	27

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian.....	33
3.2 Objek Penelitian.....	34
3.3 Proses Elektroplating Nikel-Krom.....	35
3.4 Pengujian.....	36

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Gas Analyzer.....	39
4.3 Hasil Uji Dynotest.....	50

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan.....	63
5.2 Saran.....	64

DAFTAR PUSTAKA	65
-----------------------------	----

LAMPIRAN	69
-----------------------	----



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip kerja motor bensin 4 langkah.....	11
Gambar 2.2 Diagram <i>Air Fuel Ratio</i> dan Stokiometri.....	13
Gambar 2.3 Sumber emisi buang pada kendaraan bermotor.....	15
Gambar 2.4 Komponen-komponen <i>exhaust system</i>	19
Gambar 2.5 Posisi <i>catalytic converter</i> pada <i>exhaust system</i>	19
Gambar 2.6 Komponen <i>catalytic converter</i>	20
Gambar 2.7 Perbedaan struktural antara substrat (a) logam dan (b) keramik.....	21
Gambar 2.8 (a) Lapisan pada permukaan substrat monolit (b) perluasan dari daerah yang dilingkari.....	24
Gambar 2.9 Skema Proses Elektroplating.....	26
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.2 Alat uji <i>automotive emission analyzer</i> NHA-505 Nanhua.....	36
Gambar 3.3 Proses pengujian dan pengambilan data emisi gas buang.....	37
Gambar 3.4 Alat uji Dynotest.....	37
Gambar 3.5 Proses pengujian dan pengambilan data dynotest.....	38
Gambar 4.1 Grafik hasil pengujian putaran terhadap emisi CO bahan bakar pertalite RON 90.....	40
Gambar 4.2 Grafik hasil pengujian putaran terhadap emisi CO bahan bakar pertamax RON 92.....	41

Gambar 4.3	Grafik hasil pengujian putaran terhadap emisi CO bahan bakar pertamax turbo RON 98.....	42
Gambar 4.4	Grafik hasil pengujian putaran terhadap emisi HC bahan bakar pertalite RON 90.....	43
Gambar 4.5	Grafik hasil pengujian putaran terhadap emisi HC bahan bakar pertamax RON 92.....	44
Gambar 4.6	Grafik hasil pengujian putaran terhadap emisi HC bahan bakar pertamax turbo RON 98.....	45
Gambar 4.7	Grafik hasil pengujian putaran terhadap emisi NO _x bahan bakar pertalite RON 90.....	46
Gambar 4.8	Grafik hasil pengujian putaran terhadap emisi NO _x bahan bakar pertamax RON 92.....	47
Gambar 4.9	Grafik hasil pengujian putaran terhadap emisi NO _x bahan bakar pertamax turbo RON 98.....	48
Gambar 4.10	Grafik hasil pengujian putaran terhadap emisi CO ₂ bahan bakar pertalite RON 90.....	49
Gambar 4.11	Grafik hasil pengujian putaran terhadap emisi CO ₂ bahan bakar pertamax RON 92.....	49
Gambar 4.12	Grafik hasil pengujian putaran terhadap emisi CO ₂ bahan bakar pertamax turbo RON 98.....	50
Gambar 4.13	Grafik hasil pengujian Dynotest tanpa <i>catalytic converter</i> bahan bakar pertalite RON 90.....	51
Gambar 4.14	Grafik hasil pengujian Dynotest <i>catalytic converter</i> substrat keramik bahan bakar pertalite RON 90.....	52

Gambar 4.15 Grafik hasil pengujian Dynotest <i>catalytic converter</i> substrat logam bahan bakar pertalite RON 90.....	53
Gambar 4.16 Grafik hasil pengujian Dynotest <i>catalytic converter</i> substrat FeCrAl berlapis Nikel-Krom bahan bakar pertalite RON 90.....	54
Gambar 4.17 Grafik hasil pengujian Dynotest tanpa <i>catalytic converter</i> bahan bakar pertamax RON 92.....	55
Gambar 4.18 Grafik hasil pengujian Dynotest <i>catalytic converter</i> substrat keramik bahan bakar pertamax RON 92.....	56
Gambar 4.19 Grafik hasil pengujian Dynotest <i>catalytic converter</i> substrat logam bahan bakar pertamax RON 92.....	57
Gambar 4.20 Grafik hasil pengujian Dynotest <i>catalytic converter</i> substrat FeCrAl berlapis Nikel-Krom bahan bakar pertamax RON 92.....	58
Gambar 4.21 Grafik hasil pengujian Dynotest tanpa <i>catalytic converter</i> bahan bakar pertamax turbo RON 98.....	59
Gambar 4.22 Grafik hasil pengujian Dynotest <i>catalytic converter</i> substrat keramik bahan bakar pertamax turbo RON 98.....	60
Gambar 4.23 Grafik hasil pengujian Dynotest <i>catalytic converter</i> substrat logam bahan bakar pertamax turbo RON 98.....	61
Gambar 4.24 Grafik hasil pengujian Dynotest <i>catalytic converter</i> substrat FeCrAl berlapis Nikel-Krom bahan bakar pertamax turbo RON 98.....	62

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	5
Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan <i>catalytic converter</i> substrat keramik dan logam.....	22
Tabel 2.2 Sifat fisik dari <i>catalytic converter</i> substrat keramik dan logam.....	22
Tabel 2.3 Review Penelitian Terdahulu.....	27
Tabel 3.1 Spesifikasi Suzuki Carry-ST 150.....	34



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesimen Substrat FeCrAl.....	69
Lampiran 2. Proses Elektroplating Nikel-Krom	70
Lampiran 3. Proses pengujian gas analyzer	72
Lampiran 4. Proses pengujian dynotest	73
Lampiran 5. Data hasil pengujian gas analyzer	74
Lampiran 6. Hasil Pengujian Gas analyzer Mesin Tanpa <i>Catalytic Converter</i> bahan bakar Pertalite	78
Lampiran 7. Hasil Pengujian Gas analyzer Mesin <i>Catalytic Converter</i> substrat keramik bahan bakar Pertalite	79
Lampiran 8. Hasil Pengujian Gas analyzer Mesin <i>Catalytic Converter</i> substrat logam bahan bakar Pertalite	80
Lampiran 9. Hasil Pengujian Gas analyzer Mesin <i>Catalytic Converter</i> substrat FeCrAl berlapis Nikel-Krom bahan bakar Pertalite.....	81
Lampiran 10. Hasil Pengujian Gas analyzer Mesin Tanpa <i>Catalytic Converter</i> bahan bakar Pertamina.....	82
Lampiran 11. Hasil Pengujian Gas analyzer Mesin <i>Catalytic Converter</i> substrat keramik bahan bakar Pertamina.....	83
Lampiran 12. Hasil Pengujian Gas analyzer Mesin <i>Catalytic Converter</i> substrat logam bahan bakar Pertamina.....	84
Lampiran 13. Hasil Pengujian Gas analyzer Mesin <i>Catalytic Converter</i> substrat FeCrAl berlapis Nikel-Krom bahan bakar Pertamina	85
Lampiran 14. Hasil Pengujian Gas analyzer Mesin Tanpa <i>Catalytic Converter</i>	

bahan bakar Pertamina Turbo.....	86
Lampiran 15. Hasil Pengujian Gas analyzer Mesin <i>Catalytic Converter</i> substrat keramik bahan bakar Pertamina Turbo.....	87
Lampiran 16. Hasil Pengujian Gas analyzer Mesin <i>Catalytic Converter</i> substrat logam bahan bakar Pertamina Turbo.....	88
Lampiran 17. Hasil Pengujian Gas analyzer Mesin <i>Catalytic Converter</i> substrat FeCrAl berlapis Nikel-Krom bahan bakar Pertamina Turbo.....	89



DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

	: Lambda
Al	: Alumunium
Ce	: Cerium
Cr	: Kromium
CO	: Karbon monoksida
COHb	: karboksihemoglobin
Dy	: Dysprosium
Er	: Erbium
FeCrAl	: Paduan besi kromium alumunium
Gd	: Gadolinium
H ₂ O	: Uap air
Hb	: haemoglobine
HC	: Hidrokarbon
La	: Lanthanum
O ₂	: Oksigen N
: Nitrogen N ₂	:
Dinitrogen	
Nd	: Neodymium
NO _x	: Nitrogen Oksida
Pr	: Praseodymium
Pt	: Platina

Pd	: Paladium
Ppm	: <i>part per million</i>
Rh	: Rhodium
Sm	: Samarium
SPM	: <i>Suspended particulate matter</i>
Y	: Yttrium



UNIVERSITAS
MERCU BUANA