

**OPTIMASI CATALYTIC CONVERTER DAN BAHAN BAKAR
BIOGASOLINE TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA SEPEDA MOTOR 4
LANGKAH INJEKSI DENGAN METODE TAGUCHI**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan Pada Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang*



Oleh :
HARRIS FEDRIANSYAH
18073056/2018

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
DEPARTEMEN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG**

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Optimasi *Catalytic Converter* Dan Bahan Bakar
Biogasoline Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor
4 Langkah Injeksi Dengan Metode Taguchi

Nama : Harris Fedriansyah

NIM/TM : 18073056/2018

Fakultas : Teknik

Departemen : Teknik Otomotif

Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

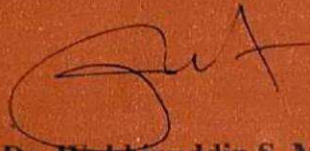
Padang, 18 Agustus 2023

Disahkan Oleh :
Pembimbing



Wawan Purwanto, S.Pd., M.T., Ph.D
NIP. 19840915 201012 1 006

Mengetahui :
Kepala Departemen Teknik Otomotif



Prof. Dr. Wakhinuddin S. M.Pd
NIP. 19600314 198503 1 003

HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Harris Fedriansyah
NIM : 18073056

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Departemen Teknik Otomotif
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
Dengan Judul

Optimasi *Catalytic Converter* Dan Bahan Bakar *Biogasoline* Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah Injeksi Dengan Metode Taguchi

Padang, 18 Agustus 2023

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

1. Ketua : Wawan Purwanto, S.Pd., M.T., Ph.D.

1.....

2. Sekretaris : Prof. Dr. Wakhinuddin S, M.Pd

2.....

3. Anggota : Milana, S.T., M.Sc., Ph.D

3.....



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

DEPARTEMEN TEKNIK OTOMOTIF

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171
Telp. (0751), FT: (0751)7055644, 445118 Fax .7055644
E-mail : info@ft.unp.ac.id



Certified Management System
DIN EN ISO 9001:2000
Cert.No. 01.100 086042

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Harris Fedriansyah
NIM/TM : 18073056/2018
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Departemen : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi saya dengan judul **“Optimasi Catalytic Converter Dan Bahan Bakar Biogasoline Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah Injeksi Dengan Metode Taguchi”** Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 10 Agustus 2023

Saya yang menyatakan,



Harris Fedriansyah
18073056/2018

ABSTRAK

Harris Fedriansyah. (2023). “Optimasi *Catalytic Converter* Dan Bahan Bakar *Biogasoline* Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah Injeksi Dengan Metode Taguchi” *Skripsi*. Padang. Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bahan dan bentuk katalis pada *catalytic converter* serta mendapatkan perbandingan bahan bakar *ethanol* dan bensin (*biogasoline*) yang optimal dalam mengurangi emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah injeksi dengan menggunakan metode Taguchi. Objek dari penelitian ini adalah sepeda motor Yamaha Vega ZR 2010 yang telah dimodifikasi sistem injeksi. Penelitian ini menggunakan *Robust Design* dengan 3 faktor dan 3 level faktor, yaitu : A (Bahan katalis dengan level faktor baja, kuningan, dan tembaga), B (Bentuk katalis dengan level faktor spiral, sarang lebah, dan jaring laba – laba), C (*biogasoline* dengan level faktor perbandingan bensin dengan *ethanol* 70:30, 75:25, dan 80:20). Data hasil penelitian ini diambil dan dilakukan secara langsung menggunakan *gas analyzer* untuk mengetahui emisi gas buang (HC dan CO). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rancangan yang optimal untuk mengurangi emisi *Carbon Monoksida* (CO) adalah katalis berbahan kuningan dan berbentuk jaring laba – laba dengan menggunakan bahan bakar *biogasoline* yang perbandingannya 70:30, yaitu sebesar 0,91% dan faktor yang paling berpengaruh adalah bahan bakar *biogasoline* yaitu sebesar 28,21%. Rancangan yang optimal mengurangi emisi *hydrocarbon* (HC) adalah katalis berbahan baja dan berbentuk jaring laba – laba dengan menggunakan bahan bakar *biogasoline* yang perbandingannya 75:25, yaitu sebesar 227 ppm dan faktor yang paling mempengaruhi adalah bahan katalis yaitu sebesar 34,31%. Rancangan yang paling optimal untuk CO dan HC adalah katalis dengan bahan kuningan dan berbentuk jaring laba – laba serta bahan bakar *biogasoline* pada perbandingan 70:30, dengan hasil CO sebesar 0,91 % dan HC sebesar 304,88 ppm.

Kata Kunci

Catalytic Converter, Emisi Gas Buang, Biogasoline, Metode Taguchi.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum, Wr. Wb.

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT, karena atas kehendak dan ridhanya saya dapat menyelesaikan Skripsi ini. Saya sadari skripsi ini tidak akan selesai tanpa doa, dukungan dari berbagai pihak. Dalam kesempatan kali ini saya ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

Ayahanda Syamsir dan Ibunda Rahimah , orang tua paling hebat diantara yang terhebat yang sampai detik ini selalu mendoakan dan memberikan dukungan luar biasa atas segala urusan saya hingga sampai titik menyanggah gelar sarjana/strata satu (S1) ini. Gelar yang saya persembahkan untuk mereka berdua sebagai bukti bahwa mereka berhasil mendidik seorang putra. Kepada Ayah, Ibu, Abang Alm.Ridho, Abang Adit, Kakak Tri Nia dan keluarga yang selalu menjadi alasan saya untuk tetap semangat, terimakasih atas do'a dan motivasi tiada henti dari kalian.

Kepada Bapak, Ibuk, Rekan – rekan, teman – teman Basecamp Jhone, GAS, Guava, SSKL, KM yang selalu memberikan semangat motivasi serta teman seperjuangan Jurusan Teknik Otomotif angkatan tahun 2018, kakanda dan adinda Jurusan Teknik Otomotif yang sama-sama berjuang dan selalu memberikan banyak bantuan dan semangat dalam penyelesaian skripsi ini.

Hormat saya

Harris Fedriansyah
18073056/2018

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas izin dan Ridho-nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Optimasi Catalytic Converter Dan Bahan Bakar Biogasoline Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah Injeksi Dengan Metode Taguchi”**

Dalam penulisan skripsi ini, tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak sehingga dengan bantuan tersebut skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis ingin mengucapkan terima kasih dengan hati yang tulus dan ikhlas kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Krismadinata, S.T., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik
2. Bapak Prof. Dr. Wakhinuddin S, M.Pd selaku Kepala Departemen Teknik Otomotif.
3. Bapak Wagino, S.Pd, M.Pd.T selaku Sekretaris Departemen Teknik Otomotif
4. Ibu Milana, S.T, M.Sc, Ph.D selaku Penasehat Akademik
5. Bapak Wawan Purwanto, S.Pd, M.T, Ph.D selaku Dosen Pembimbing
6. Bapak/Ibu Dosen dan Staf pengajar di Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Orang tua yang telah memberikan dukungan dan do'a yang tiada henti pada penulis.
8. Kepada saudara dan keluarga penulis yang telah memberi bantuan dan do'a.
9. Rekan-rekan sesama mahasiswa yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil demi untuk suksesnya penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dikarenakan keterbatasan dan kemampuan penulis, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat memperbaiki demi kesempurnaan skripsi ini untuk selanjutnya.

Padang, 20 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
ABSTRAK.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GRAFIK.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II KERANGKA TEORI	8
A. Kajian Teori	8
B. Penelitian Yang Relevan	25
C. Kerangka Konseptual	28
D. Pertanyaan Penelitian	28
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
A. Desain Penelitian.....	30
B. Definisi Operasional Variabel Penelitian	32
C. Waktu dan Tempat Penelitian	34
D. Objek Penelitian	34
E. Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data.....	35

F. Teknik Analisa Data.....	43
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	47
A. Hasil Penelitian	47
B. Pembahasan.....	54
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
A. Kesimpulan	58
B. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Letak <i>Catalytic converter</i>	13
2. Katalis berbentuk spiral.....	15
3. Katalis berbentuk sarang lebah	16
4. Katalis berbentuk jaring laba – laba.....	17
5. Katalis berbahan kuningan dan berbentuk jaring laba – laba	55
6. Katalis berbahan baja dan berbentuk jaring laba – laba.....	56
7. Katalis berbahan tembaga dan berbentuk sarang lebah	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbandingan Sifat Fisika <i>Ethanol</i> dengan Bensin	23
2. Kode Level Faktor	34
3. Spesifikasi Yamaha Vega ZR tahun 2010 Modifikasi Injeksi.....	34
4. <i>Orthogonal Array</i> $L_9(3^3)$	39
5. <i>Orthogonal Array</i> $L_9(3^3)$	40
6. Pengujian Emisi Gas Buang (CO)	41
7. Pengujian Emisi Gas Buang (HC)	42
8. Hasil Uji <i>Carbon Monoksida</i> (CO).....	47
9. Nilai Rata – rata dan S/N Ratio <i>Carbon Monoksida</i> (CO)	48
10. Tabel Respon Rata – rata <i>Carbon Monoksida</i> (CO).....	49
11. ANOVA <i>Carbon Monoksida</i> (CO).....	49
12. Hasil Uji <i>Hydrocarbon</i>	50
13. Nilai Rata – rata dan S/N Ratio <i>Hydrocarbon</i> (HC).....	51
14. Tabel Respon Rata – rata <i>Hydrocarbon</i> (HC)	51
15. ANOVA <i>Hydrocarbon</i> (HC)	52
16. Hasil Uji Data Optimal	54
17. Hasil Uji Verifikasi	54

DAFTAR GRAFIK

Grafik	Halaman
1. Kerangka Konseptual	28
2. Hasil Uji CO.....	48
3. Hasil Uji HC.....	51
4. Perbandingan CO dan HC	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Izin Penelitian.....	63
2. Desain Katalis	64
3. Dokumentasi	68

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman, dan jumlah penduduk semakin meningkat, penggunaan transportasi juga ikut meningkat, terutama pada kendaraan bermotor seperti mobil, sepeda motor, dan kendaraan umum. Hal ini berakibat pada peningkatan polusi udara, sehingga dapat terjadinya gangguan pernapasan, seperti asma, sesak napas, hingga kanker. Selain itu jika polusi udara semakin besar juga dapat berakibat pada pemanasan global. Sebuah kendaraan bermotor, dari proses bekerjanya dapat menghasilkan polutan berupa gas *Carbon Monoksida* (CO), *Hydrocarbon* (HC), *Nitrogen Oksida* (NOx), *Sulfur Oksida* (SO), dan *Plumbum* (Pb). Salah satu polutan udara yang berbahaya dan sangat dominan jumlahnya adalah gas *Carbon Monoksida* (CO) yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dan udara motor bensin yang tidak sempurna (Wardhana, 1995, hal. 35).

Kurangnya perhatian dari pengguna kendaraan bermotor terhadap emisi gas buang, yang menyebabkan emisi gas buang semakin meningkat setiap harinya. Oleh karena itu dikeluarkannya Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 mengenai ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor sehingga perlu adanya upaya pengendalian emisi agar emisi yang dihasilkan dari kendaraan bermotor berada di atas ambang batas yang ditentukan oleh pemerintah. Terdapat dua metode yang dapat digunakan untuk mengurangi

emisi motor yang berbahaya yaitu dengan meningkatkan teknologi bahan bakar dan motor sedemikian sehingga terjadi pembakaran lebih baik sehingga menghasilkan emisi yang lebih rendah dan dengan memberikan perlakuan lanjut (*aftertreatment*) terhadap gas buang melalui perangkat pengendali emisi (Irawan & Subri, 2005).

Salah satu teknologi yang sering diaplikasikan untuk mengurangi emisi pada kendaraan bermotor adalah *catalytic converter*. Pada *catalytic converter* komersial, bahan yang digunakan adalah logam – logam mulia, seperti platinum, *palladium* dan *rhodium*. Logam mulia tersebut mempunyai aktivitas spesifik yang tinggi, namun logam – logam mulia tersebut mempunyai kelimpahan rendah dan harga yang cukup mahal. Dengan demikian sebagai alternatif digunakan bahan yang mempunyai aktivitas katalis, kelimpahan tinggi dan lebih murah serta sederhana (Chusnul. M, 2005). (Dowden, 1970) mengatakan bahwa beberapa logam yang diketahui efektif sebagai katalis oksidasi dan reduksi dari yang besar sampai yang kecil adalah Pt, Pd, Ru > Mn, Cu > Ni > Fe > Cr > Zn dan oksida dari logam – logam tersebut.

Selain penggunaan *catalytic converter* pada penelitian ini juga menggunakan *biogasoline* sebagai bahan bakarnya. Hal ini didasarkan kepada perkembangan bahan bakar alternatif, dikarenakan sumber utama bahan bakar minyak bumi sudah mulai menipis. Salah bahan bakar alternatif adalah *ethanol*, karena sumber bahan baku dari *ethanol* mudah di dapatkan. Indonesia merupakan negara tropis yang sangat cocok untuk menanam tanaman bahan

baku *ethanol* seperti tebu dan ketela.

Ethanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang mempunyai kelebihan dibandingkan bahan bakar minyak (BBM) yaitu dari bilangan oktannya. *Ethanol* dengan kadar alkohol 70% memiliki angka oktan 118 (Winarto.J, 2011). Akan tetapi bahan bakar alternatif seperti *ethanol* perlu dicampur dengan bahan bakar konvensional. Dikarenakan bahan bakar nabati (*ethanol*) belum dapat berdiri sendiri sebagai pengganti murni bahan bakar konvensional khususnya bensin, sebab pemakaian *ethanol* murni secara langsung pada mesin bensin akan sulit untuk terbakar, sehingga dengan *ethanol* murni mesin akan sulit untuk *starting*.

Dari penelitian sebelumnya (Yansyah, 2022) yang telah memodifikasi sepeda motor 4 langkah Yamaha Vega ZR tahun 2010 dari karburator menjadi injeksi dan menggunakan bahan bakar *biogasoline* dengan mencampurkan pertamax dengan RON 92 dan *ethanol*, mendapatkan hasil bahwa pada perbandingan 70 % *ethanol* : 30 % pertamax , 75 % *ethanol* : 25 % petamax, dan 80 % *ethanol* : 20 % pertamax, mulai terjadi masalah (*crush*). Oleh karena itu pada penelitian ini mengembangkan penelitian sebelumnya dengan menambahkan *catalytic converter* untuk membantu dalam mengurangi emisi gas buang.

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan Metode *Taguchi*, dikarenakan menurut (Setyanto & Lukodono, 2017) ada beberapa manfaat dari desain eksperimen Taguchi yaitu:

1. Memudahkan dalam merancang dengan menggunakan alternatif bahan substitusi yang lebih murah.
2. Membantu dalam penghematan sumber daya.
3. Memudahkan dalam menentukan faktor mana yang dapat membuat variansi tinggi pada hasil eksperimen.
4. Membantu dalam merancang desain sehingga kokoh terhadap pengaruh variabel yang tidak dapat dikendalikan.
5. Membantu dalam membuat faktor penyesuaian ketika akan melakukan penelitian lebih lanjut.
6. Memahami sejauh mana faktor yang tidak dapat kendalikan berpengaruh terhadap hasil penelitian.

Oleh sebab itu pada penelitian ini bertujuan untuk melanjutkan penelitian sebelumnya dengan menambahkan *catalytic converter* pada sepeda motor 4 langkah Yamaha Vega ZR tahun 2010 modifikasi injeksi untuk mengurangi emisi gas buang. Didasarkan pada kenyataan diatas maka dilakukan penelitian yang berjudul : **“Optimasi *Catalytic Converter* Dan Bahan Bakar *Biogasoline* Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah Injeksi Dengan Metode Taguchi”**

B. Identifikasi Masalah

1. Meningkatnya polusi udara dikarenakan emisi gas buang dari kendaraan bermotor.

2. Perlunya penelitian tentang bahan dan bentuk katalis pada *catalytic converter* yang terbaik mengurangi emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah injeksi.
3. Perlunya penelitian tentang perbandingan bahan bakar *ethanol* dan bensin (*biogasoline*) yang terbaik untuk digunakan pada sepeda motor 4 langkah injeksi yang telah dipasangkan *catalytic converter*.

C. Batasan Masalah

1. Penelitian ini mengoptimalkan beberapa jenis bahan dan beberapa bentuk dari katalis pada *catalytic converter* untuk menentukan *catalytic converter* yang terbaik dalam mengurangi emisi pada sepeda motor 4 langkah.
2. Menggunakan bahan bakar biogasoline dengan perbandingan bensin dan *ethanol* yaitu 70:30,75:25,80:20.
3. Pembuatan katalis dibuat manual dan tidak menggunakan alat bantu khusus, sehingga bentuk dari katalis tidak terlalu sempurna.
4. Menggunakan satu knalpot dengan memvariasikan *catalytic converter*, sehingga adanya kemungkinan kebocoran.

D. Rumusan Masalah

1. Menentukan bahan dan bentuk dari katalis pada *catalytic converter* yang terbaik mengurangi emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah injeksi, yang terdiri dari :
 - a. Katalis berbahan baja berbentuk spiral.
 - b. Katalis berbahan baja berbentuk sarang lebah.

- c. Katalis berbahan baja berbentuk jaring laba – laba.
 - d. Katalis berbahan kuningan berbentuk spiral.
 - e. Katalis berbahan kuningan berbentuk sarang lebah.
 - f. Katalis berbahan kuningan berbentuk jaring laba – laba.
 - g. Katalis berbahan tembaga berbentuk spiral.
 - h. Katalis berbahan tembaga berbentuk sarang lebah.
 - i. Katalis berbahan tembaga berbentuk jaring laba – laba.
2. Menentukan perbandingan bahan bakar *ethanol* dan bensin (*biogasoline*) yang terbaik untuk digunakan pada sepeda motor 4 langkah injeksi yang telah dipasangkan *catalytic converter* yang terdiri dari :
- a. Perbandingan *Ethanol* dengan Bensin 70:30
 - b. Perbandingan *Ethanol* dengan Bensin 75:35
 - c. Perbandingan *Ethanol* dengan Bensin 80:20

E. Tujuan Penelitian

1. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bahan dan bentuk katalis pada *catalytic converter* untuk yang terbaik dalam mengurangi emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah injeksi.
2. Penelitian ini juga bertujuan untuk mendapatkan perbandingan bahan bakar *ethanol* dan bensin (*biogasoline*) yang terbaik untuk sepeda motor 4 langkah injeksi yang telah dipasangkan *catalytic converter*.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui katalis yang terbaik pada *catalytic converter* dalam mengurangi emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah injeksi.
2. Mengetahui perbandingan bahan bakar *ethanol* dan bensin (*biogasoline*) yang terbaik untuk sepeda motor 4 langkah injeksi yang telah dipasangkan *catalytic converter*.
3. Bagi penulis dapat menyelesaikan persyaratan mendapatkan gelar strata 1 (S1) pada program studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang