

**OPTIMASI SISTEM PENGAPIAN TERHADAP EMISI GAS BUANG  
SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH 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*



**ILHAM PUTRA CHANIAGO**

**18073057/2018**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF  
DEPARTEMEN TEKNIK OTOMOTIF  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
2023**

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Optimasi Sistem Pengapian Terhadap Emisi Gas Buang  
Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Metode Taguchi  
Nama : Ilham Putra Chaniago  
NIM/TM : 18073057/2018  
Fakultas : Teknik  
Departemen : Teknik Otomotif  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Padaang, 7 Februari 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 : Ilham Putra Chaniago

NIM : 18073057

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 Sistem Pengapian Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4  
Langkah Dengan Metode Taguchi**

Padang, 7 Februari 2023

Tim Penguji

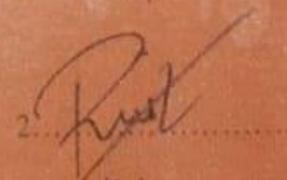
Nama

Tanda Tangan

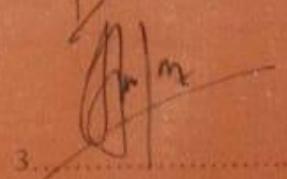
1. Ketua : Wawan Purwanto, S.Pd., M.T., Ph.D.



2. Sekretaris : Rifdarmun, S.Pd, M.Pd.T



3. Anggota : Ahmad Arif, S.Pd, M.T

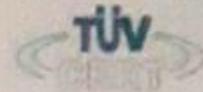




DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
FAKULTAS TEKNIK

**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 9001:2008

**SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ilham Putra Chaniago  
NIM/TM : 18073057/2018  
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif  
Departemen : Teknik Otomotif  
Fakultas : Teknik  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi saya dengan judul **“Optimasi Sistem Pengapian Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4 Langkah 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, Januari 2023

Saya yang menyatakan,



**Ilham Putra Chaniago**

**18073057/2018**

## ABSTRAK

**Ilham Putra Chaniago. (2023).** “Optimasi Sistem Pengapian Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Metode Taguchi” *Skripsi*. Padang. Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Penelitian ini bertujuan mencari hasil optimal dari sistem pengapian (jenis busi, jenis koil, waktu pengapian) dan campuran bensin dan *ethanol (biogasoline)* terhadap emisi gas buang sepeda motor 4 langkah dengan menggunakan metode taguchi, yang mana penelitian ini juga dapat di jadikan sebagai referensi untuk peneliti selanjutnya. Objek penelitian pada penelitian ini adalah sepeda motor Yamaha Vega ZR 2010 modifikasi sistem injeksi.

Data hasil penelitian ini merupakan data primer dimana peneliti melakukan pengumpulan data secara langsung menggunakan gas analyzer untuk mengetahui emisi gas buang (HC dan CO)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, rancangan optimal yang dipadatkan untuk hidrokarbon adalah dengan menggunakan busi iridium, koil blue thunder, waktu pengapian 13° sebelum TMA dan biogasoline E75. Sedangkan untuk karbon monoksida adaah menggunakan busi platinum, koil 5TP, waktu pengapian 17° dan biogasoline E75.

hidrokarbon (HC) mendapat respon mean optimal yaitu faktor A2 respon mean (317,78), B2 respon mean (325,89), C1 respon mean (299,22) dan D2 respon mean (316,33). Sedangkan untuk respon rata-rata optimal karbon monoksida (CO) yaitu faktor A3 respon mean (1,28), B1 respon mean (1,26), C3 respon mean (1,19) dan D2 respon mean (1,26).

**Kata Kunci:** Optimasi, Sistem Pengapian, Emisi gas Buang, 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 Zainuddin dan Ibunda Marianis , 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, Kakak, Adek, dan keluarga yang selalu menjadi alasan saya untuk tetap semangat, terimakasih atas do'a dan motivasi tiada henti dari kalian.

Kepada Cici Adelia Azmi yang selalu memberikan semangat motivasi dan 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

**Ilham Putra Chaniago**  
**18073057/2018**

## **KATA PENGANTAR**

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas izin dan Ridho-nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul **“OPTIMASI SISTEM PENGAPIAN TERHADAP EMISI GAS BUANG SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH DENGAN METODE TAGUCHI”**

Pembuatan Skripsi ini bertujuan untuk melengkapi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Strata Satu (S1) program Studi Pendidikan Teknik Otomotif di Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

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. Fahmi Rizal, M.Pd., M.T. selaku Dekan FT UNP.
2. Bapak Prof. Dr. Wakhinuddin S, M.Pd selaku Ketua Departemen Teknik Otomotif.
3. Bapak Wagino, S.Pd, M.Pd.T selaku Sekretaris Departemen Teknik Otomotif
4. Ibu Milana, 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. Rekan-rekan sesama mahasiswa yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil demi untuk suksesnya penulisan Proposal Penelitian 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, Januari 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI</b> .....	<b>ii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMABAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan Penelitian .....	5
F. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II KERANGKA TEORI</b> .....	<b>6</b>
A. Kajian Teori.....	6
B. Penelitian Yang Relevan .....	49
C. Kerangka Konseptual .....	51
D. Pertanyaan Penelitian .....	53
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>54</b>
A. Desain Penelitian .....	54
B. Definisi Operasional Variabel Penelitian .....	55
C. Waktu dan Tempat .....	57
D. Objek Penelitian .....	57
E. Instrumentasi dan Teknik Pengumpulan Data .....	57
F. Teknik Analisis Data.....	60
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>63</b>

A.	Hasil Penelitian.....	63
B.	Pembahasan .....	70
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>73</b>
A.	KESIMPULAN .....	73
B.	SARAN.....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>75</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>77</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Batas emisi gas buang bagi kesehatan .....	21
2 . Perbandingan jumlah eksperimen faktorial lengkap dan taguchi. ....	29
3. Karakteristik kualitas .....	33
4. Matriks orthogonal array standar dari taguchi .....	40
5. Kode level faktor.....	56
6. Matriks ortogonal $L_9(3^4)$ .....	58
7. Tabel kombinasi pengujian .....	58
8. Pengujian emisi gas buang (HC).....	60
9. Pengujian emisi gas buang (CO).....	60
10. Hasil uji hidrokarbon.....	63
11. Nilai rata-rata dan SNR hidrokarbon .....	64
12. Tabel respon rata-rata hidrokarbon .....	64
13. Anova hidrokarbon.....	65
14. Hasil uji karbon monoksida .....	65
15. Nilai rata-rata dan snr karbon monoksida .....	66
16. Tabel respon rata-rata karbon monoksida .....	66
17. Anova karbon monoksida .....	67
18. Hasil uji verifikasi .....	68
19 . Perbandingan kondisi prediksi optimal dengan kondisi awal .....	70

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Batas TMA dan TMB piston.....	7
2. Posisi saat pengapian.....	9
3. Waktu pengapian ecu juken vixion old.....	11
4. Ilustrasi waktu pengapian ecu juken .....	11
5. Sumber emisi gas buang pada kendaraan bermotor .....	18
6. Simbol dari matriks ortogonal.....	39

## **BAB I PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Bahan bakar minyak sudah menjadi salah satu kebutuhan yang tidak bisa dihilangkan dan sangat diperlukan pada masa sekarang. Mulai dari rumah tangga, transportasi, usaha kecil hingga perusahaan besar. Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral konsumsi bahan bakar minyak hingga september 2021 mencapai 48,56 juta kiloliter. Dimana penyaluran bensinlah yang paling tinggi hingga mencapai angka 24,03 juta kiloliter, solar 23,32 juta kiloliter, dan avtur 1,21 juta kiloliter. Kemudian untuk minyak sebesar 380 ribu kiloliter dan elpiji sebesar 6,1 juta ton.

Penggunaan bahan bakar minyak yang tinggi dari tahun ke tahun dapat menyebabkan masalah krisis bahan bakar minyak dikemudian hari. Dalam menyikapi hal tersebut banyak para ahli melakukan penelitian pemakaian bahan bakar biodiesel dan pembuatan bahan bakar alternatif lainnya. Untuk saat ini mari kita berfokus pada bahan bakar minyak jenis bensin. Hal yang membuat kebutuhan bahan bakar minyak jenis bensin sangat tinggi dan terus meningkat dari tahun ke tahun dikarenakan penggunaan bensin sangat luas. Bensin banyak digunakan sebagai bahan bakar pada berbagai jenis alat transportasi. Sehingga banyak orang mencoba untuk membuat bahan bakar alternatif agar dapat mengurangi penggunaan bensin sebagai bahan bakar utama.

Dari penelitian Wiratmaja (2010) di dapat kesimpulan bahwa dari campuran bensin dan alkohol (biogasoline) yang dihasilkan, diperoleh sifat-sifat fisika yang mendekati bensin murni. Biogasoline yang digunakan adalah campuran bensin dan alkohol dengan perbandingan bensin 90 ml dan alkohol 10 ml, dimana alkohol yang digunakan adalah alkohol dengan kadar 95%. Alkohol mempunyai bilangan oktan yang tinggi sehingga bahan bakar makin tahan untuk tidak terbakar sendiri dan menghasilkan kestabilan proses pembakaran untuk memperoleh daya yang lebih stabil.

Di penelitian lanjutan Wiratmaja (2010) menyimpulkan, pada putaran tinggi torsi dan daya yang dihasilkan mesin akibat pemakaian biogasoline dengan perbandingan 90:10 lebih tinggi dari pada bahan bakar lainnya termasuk bensin. Tetapi konsumsi bahan bakar biogasoline (90:10) lebih boros dari bahan bakar lainnya termasuk bensin pada putaran rendah. Sebaliknya pada putaran tinggi penggunaan biogasoline (90:10) menjadi lebih irit jika dibandingkan dengan bahan bakar lainnya termasuk bensin. Dan dari hasil penelitian Suhaimi (2022) Emisi gas buang yang dihasilkan dari campuran bahan bakar pertamax 20% dan etanol 80% (E80) adalah CO 2,45%, CO<sub>2</sub> 5,4%, dan HC 232ppm.

Dalam penggunaan bahan bakar minyak tentu kita tidak akan lepas dari emisi gas buang atau polusi. Selain memberikan kemudahan bagi manusia ternyata teknologi otomotif juga memberikan dampak buruk bagi lingkungan. Menurut Bahrul dan Faisal (2016: 5) “gas buang umumnya terdiri dari gas yang tidak beracun N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O sebagian kecil merupakan gas

beracun seperti  $\text{NO}_x$ , HC, dan CO. kandungan yang dominan dalam gas buang adalah gas beracun yang dikeluarkan oleh suatu kendaraan”.

Campuran bahan bakar dan udara yang ideal akan menghasilkan pembakaran yang sempurna dan ramah lingkungan. Akan tetapi hal tersebut tidak lepas dari peranan sistem pengapian sebagai suatu sistem yang berperan dalam memercikan bunga api pada sistem pembakaran. Komponen pada sistem pengapian seperti: busi, koil, dan waktu pengapian dapat mempengaruhi kualitas suatu pembakaran.

Dikutip dari Prasetyo dan Rifdarmon (2020: 37) kesimpulan dari hasil penelitian pengaruh penggunaan penggunaan busi Nikel, busi Iridium dan busi Platinum pada sepeda motor Yamaha Vixion tahun 2015. Daya tertinggi terdapat pada penggunaan busi Nikel pada putaran mesin rata-rata 8935 rpm sebesar 12,7 kW. Torsi tertinggi terdapat pada penggunaan busi Nikel pada putaran mesin rata-rata 7155 rpm sebesar 11,14 Nm. Kandungan emisi gas buang terendah terdapat pada penggunaan busi Nikel pada putaran mesin *idle*, torsi dan daya maksimal yaitu CO 4,24%, 3,56% dan 7,12%,  $\text{CO}_2$  9,03%, 12,3% dan 9,8%, HC 1214ppm, 203ppm dan 540ppm.

Dari uraian dan hasil penelitian diatas penulis ingin melakukan penelitian dengan mengoptimalkan busi, koil, dan waktu pengapian pada sepeda motor 4 langkah injeksi dengan menggunakan bahan bakar biogasoline sebagai bahan bakar utamanya dengan judul **“optimasi sistem pengapian terhadap emisi gas buang sepeda motor 4 langkah dengan metode taguchi”**.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berlandaskan latar belakang di atas, dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Penggunaan bahan bakar minyak yang tinggi dari tahun ke tahun dapat menyebabkan krisis energi di kemudian hari.
2. Mengoptimalkan sistem pengapian pada sepeda motor 4 langkah tipe injeksi yang menggunakan bahan bakar biogasoline sebagai bahan bakar utamanya.

## **C. Batasan Masalah**

Fokus dalam penelitian ini adalah dengan optimasi sistem pengapian apakah dapat diperoleh emisi gas buang yang lebih signifikan pada sepeda motor 4 langkah injeksi yang menggunakan bahan bakar biogasoline sebagai bahan bakar utama.

## **D. Rumusan Masalah**

1. Pengaruh optimasi busi pada sepeda motor 4 langkah injeksi yang menggunakan bahan bakar biogasoline terhadap emisi gas buang (HC dan CO).
2. Pengaruh optimasi koil pada sepeda motor 4 langkah injeksi yang menggunakan bahan bakar biogasoline terhadap emisi gas buang (HC dan CO).
3. Pengaruh optimasi waktu pengapian pada sepeda motor 4 langkah injeksi yang menggunakan bahan bakar biogasoline terhadap emisi gas buang (HC dan CO).

### **E. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui busi (nikel, iridium dan platinum) yang terbaik ditinjau dari emisi gas buang sepeda motor 4 langkah injeksi yang menggunakan bahan bakar biogasoline.
2. Untuk mengetahui koil (5TP, KTC dan blue thunder) yang terbaik ditinjau dari emisi gas buang sepeda motor 4 langkah injeksi yang menggunakan bahan bakar biogasoline.
3. Untuk mengetahui waktu pengapian ( $13^\circ$ ,  $15^\circ$  dan  $17^\circ$ ) yang terbaik ditinjau dari emisi gas buang sepeda motor 4 langkah injeksi yang menggunakan bahan bakar biogasoline.
4. Untuk mengetahui perbandingan biogasoline (E80, E75 dan E70) yang terbaik ditinjau dari emisi gas buang sepeda motor 4 langkah injeksi yang menggunakan bahan bakar biogasoline.

### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui level terbaik dari masing-masing faktor terhadap emisi gas buang sepeda motor 4 langkah.
2. Bagi penulis dapat menyelesaikan persyaratan mendapatkan gelar strata 1 (S1) pada program studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Sebagai referensi penelitian lebih lanjut terkait optimasi sistem pengapian terhadap emisi gas buang sepeda motor 4 langkah.