

**OPTIMASI PENERAPAN *NANO SPRAY* TERHADAP EMISI GAS
BUANG PADA SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH MODIFIKASI INJEKSI
DENGAN METODE TAGUCHI**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Departemen Teknik Otomotif Sebagai Salah Satu
Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan*



Oleh:

AGUNG PRATAMA SAPUTRA

NIM/TM: 19073075/2019

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

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Optimasi penerapan *Nano Spray* terhadap emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi dengan metode taguchi

Nama : Agung Pratama Saputra

NIM : 19073075

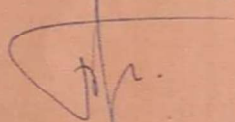
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif

Departemen : Teknik Otomotif

Fakultas : Teknik

Padang, 9 November 2023

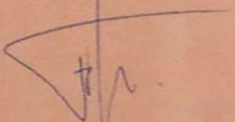
Disahkan oleh:
Pembimbing



Wawan Purwanto, S.Pd, M.T, Ph.D
NIP.19840915 2010121 006

Mengetahui

Kepala Departemen Teknik Otomotif



Wawan Purwanto, S.Pd, M.T, Ph.D
NIP.19840915 2010121 006

HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Agung Pratama Saputra

NIM/IM : 19073075/2019

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 Penerapan Nano Spray Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda
Motor 4 Langkah Modifikasi Injeksi Dengan Metode taguchi**

Padang, 9 November 2023

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

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

1.....

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

2.....

3. Anggota : M. Yasep Setiawan, S.Pd., M.T.

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@lt.unp.ac.id



Certified Management System
DIN EN ISO 9001:2000
Cert.No. 01.190 086042

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Agung Pratama Saputra
NIM/TM : 19073075/2019
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Departemen : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi saya yang judul "**Optimasi Penerapan Nano Spray Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah Modifikasi 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, 9 November 2023
Saya yang menyatakan,



Agung Pratama Saputra
19073075

HALAMAN PERSEMBAHAN



Alhamdulillahil'alamin puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan karunianya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini. Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terimakasih yang tidak terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ayah (Arzil) dan Ibu (Yeni Marlina), Nenek (Mariani), serta Adik (Nur Aida Khumaira), dan Adik (Elzan Mubaraq) yang telah memberikan kasih sayang, secara dukungan, ridho, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat kalian bahagia karena kusadar, selama ini belum bisa berbuat lebih. Teruntuk kalian yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakan, selalu menasehatiku serta selalu meridhoiku melakukan hal yang lebih baik, Terima Kasih...

Terimakasih kepada Bapak Wawan Purwanto, S.Pd, M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing skripsi yang telah membimbing peneliti sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Terimakasih kepada Bapak Wagino, S.Pd., M.Pd.T selaku dosen penguji 1 yang juga telah membimbing peneliti selama proses skripsi sehingga skripsi ini selesai dan lebih sempurna. Terimakasih kepada Bapak M. Yasep Setiawan, S.Pd., M.T selaku dosen penguji 2 yang juga telah membimbing peneliti sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

Terimakasih kepada teman-teman seperjuangan, abang senior dan adik-adik Departemen Teknik Otomotif FT UNP yang juga telah mendukung proses penyelesaian skripsi ini. Terimakasih juga saya ucapkan kepada keluarga besar HIMOTO FT UNP yang telah memberikan support kepada peneliti.

Hormat Saya



Agung Pratama S
19073075

ABSTRAK

Agung Pratama Saputra. 2023. “Optimasi Penerapan *Nano Spray* Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah Modifikasi Injeksi Dengan Metode Taguchi”. *Skripsi*. Padang. Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong manusia untuk menciptakan teknologi yang semakin maju yang berdampak terhadap pasokan minyak bumi yang kian hari semakin berkurang dan juga berdampak terhadap tingginya jumlah zat berbahaya yang terkandung dalam emisi gas buang dari kendaraan bermotor. Sistem *water injection* merupakan istilah yang berfungsi menginjeksikan cairan yang mana cairan bertujuan mengurangi temperatur ruang bakar mesin, dan sebagai pengontrol emisi. Penelitian ini bertujuan sebagai Optimasi Penerapan *Nano Spray* Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah Modifikasi Injeksi Dengan Metode Taguchi.

Penelitian ini menggunakan perbandingan bahan bakar ethanol dan bensin serta timing pengapian yang divariasikan dalam mengurangi emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi, dengan menggunakan metode Taguchi. Penelitian ini menggunakan *robust design* dengan 3 faktor dan 3 level, yaitu faktor A (debit air *Nano Spray* dengan level faktor 1,45 ml/min, 2,90 ml/min, dan 4,35 ml/min), B (*timing* pengapian dengan level faktor 4°, 6°, dan 8° BTDC), dan faktor C (*Biogasoline* dengan level faktor perbandingan 10:90, 15:85, 20:80).

Menggunakan objek sepeda motor Vega ZR yang dimodifikasi menjadi injeksi pengujian dilakukan pada saat mesin *idle*, pengukuran emisi gas buang menggunakan gas analyzer yang mana dilakukan sebanyak 3 kali pengambilan data. Hasil penelitian yang telah dilakukan rancangan yang optimal untuk menurunkan hidrokarbon (HC) adalah menggunakan debit air 1,45 ml/min, *timing* pengapian dimajukan 2o, serta *biogasoline* perbandingan 10:90 Dan faktor yang paling berpengaruh adalah debit air dan *timing* pengapian, dan yang paling optimal pada karbon monoksida (CO) adalah debit air 2,90 ml/min, *timing* pengapian dimundurkan 2o, serta *biogasoline* perbandingan 10:90 dan faktor paling berpengaruh adalah *timing* pengapian.

Kata Kunci: Nano Spray, Emisi Gas Buang, Biogasoline, Metode Taguchi

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya-lah saya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Optimasi Penerapan *Nano Spray* Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor 4 Langkah Modifikasi Injeksi Dengan Metode Taguchi ”**

Skripsi ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir perkuliahan dan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 di Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Selain itu, skripsi ini juga dibuat sebagai salah satu wujud implementasi dari ilmu yang didapatkan selama masa perkuliahan di Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Penulis menyadari bahwa skripsi masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis berharap dapat belajar lebih banyak lagi dalam mengimplementasikan ilmu yang didapatkan. Skripsi ini tentunya tidak lepas dari bimbingan, masukan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Krismadinata, S.T., M.T. selaku Dekan FT UNP.
2. Bapak Wawan Purwanto, S.Pd, M.T, Ph,D selaku Kepala Departemen Teknik Otomotif.
3. Ibuk Milana, S.T., M.Sc., Ph. D selaku penasehat akademik.
4. Bapak Wawan Purwanto, S.Pd, M.T, Ph,D selaku Dosen Pembimbing

5. Bapak/Ibu Dosen dan Staf pengajar di Departemen Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Orang tua yang telah memberikan dukungan dan do'a yang tiada henti pada penulis.
7. Rekan-rekan sesama mahasiswa yang telah memberikan bantuan baik moril maupun materil demi untuk suksesnya penulisan skripsi ini.

Padang, 9 November 2023

Agung Pratama Saputra

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	5
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Kajian Teori.....	7
B. Penelitian Yang Relevan.....	36
C. Kerangka Berfikir	37
D. Pertanyaan Penelitian	38
BAB III METODE PENELITIAN	
A. Metode Penelitian	39
B. Definisi Operasional Variabel Penelitian	40
C. Waktu dan Tempat.....	41
D. Objek Penelitian	41
E. Instrumentasi.....	42
F. Prosedur Pengujian.....	43
G. Teknik Pengumpulan Data	44
H. Teknik analisis data	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian.....	50

B. Pembahasan	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan.....	64
B. Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Nano Spray</i>	8
2. Skema <i>Nano spray</i>	8
3. Grafik Pembakaran.....	15
4. Proses Terjadinya Detonasi.....	16
5. Sumber emisi gas buang.....	18
6. Skema Motor 4 langkah.....	42
7. Grafik <i>Effect plot</i> faktor A (debit air).....	53
8. Grafik <i>Effect Plot</i> faktor B (timming pengapian).....	54
9. Grafik <i>Effect Plot</i> faktor C (biogasoline).....	54
10. Grafik <i>Effect Plot</i> faktor A.....	57
11. Grafik <i>Effect Plot</i> faktor B.....	58
12. Grafik <i>Effect Plot</i> faktor C.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbandingan Jumlah Eksperimen Faktorial Dan Taguchi.....	24
2. Karakteristik Kualitas.....	27
3. Matriks <i>Orthogonal Array</i> Standar Dari Taguchi.....	32
4. Kode Level Faktor.....	41
5. Matriks Orthogonal.....	45
6. Tabel Eksperimen.....	45
7. Pengujian Emisi Gas Buang (HC).....	47
8. Pengujian Emisi Gas Buang (CO).....	48
9. Hasil Uji Hidrokarbon.....	50
10. Nilai rata-rata dan SNR Hidrokarbon.....	51
11. Respon Rata-rata Hidrokarbon.....	51
12. ANOVA Hidrokarbon.....	52
13. Perbandingan F Ratio dengan F Tabel.....	52
14. S/N Effect Plot hidrokarbon.....	53
15. Hasil Uji Karbon Monoksida.....	55
16. Nilai rata-rata dan SNR karbon monoksida.....	55
17. Respon Rata-rata Karbon Monoksida.....	56
18. ANOVA Karbon Monoksida.....	56
19. Perbandingan F ratio dengan F Tabel.....	56
20. S/N effect Plot Karbon Monoksida.....	57
21. Pengujian Berat Emisi Gas Buang.....	59
22. Hasil uji Verifikasi.....	59
23. Perbandingan Kondisi prediksi optimal dengan kondisi awal.....	60

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong manusia untuk menciptakan teknologi yang semakin maju, meningkatnya kecerdasan manusia yang berujung dengan timbulnya teknologi terbaru untuk menyelesaikan sebuah masalah. Oleh karena itu penerapan teknologi pada dunia otomotif terus berevolusi sehingga tercipta teknologi yang kian canggih sesuai perkembangan zaman.

Perkembangan teknologi juga berdampak pada masyarakat yang semakin banyak menggunakan kendaraan bermotor, dikarenakan kini kendaraan bermotor sudah menjadi kebutuhan bagi masyarakat sebagai transportasi guna menunjang mobilitas kehidupan, tentu hal tersebut akan berdampak terhadap pasokan minyak bumi yang kian hari semakin berkurang dan juga berdampak terhadap tingginya jumlah zat berbahaya yang terkandung dalam emisi gas buang dari kendaraan bermotor.

Menurut Bahrul dan Faisal (2016: 5) mengatakan bahwa “gas buang umumnya terdiri dari gas yang tidak beracun seperti N_2 , CO_2 , dan H_2O . dan Sebagian kecil merupakan gas beracun seperti NO_x , HC, dan CO. Kandungan yang dominan dalam gas buang adalah gas beracun yang dikeluarkan oleh suatu kendaraan”. Tingginya zat berbahaya yang ada dalam emisi gas buang kendaraan dikarenakan kendaraan bermotor masih banyak menggunakan sistem bahan bakar konvensional atau karburator, dimana tingkat pengkabutan pada sistem

bahan bakar konvensional atau karburator kurang sempurna mengakibatkan kurang sempurnanya proses pembakaran pada ruang bakar, sehingga pada emisi gas buang mengandung zat CO dan HC yang tinggi.

Dikutip dari Mustofa Bakeri, et al., (2012) dengan hasil penelitian, kandungan CO karburator sebesar 3,6% dan kandungan Hc 545 ppm sedangkan sistem EFI lebih kecil dengan CO sebesar 3.04% dengan kandungan Hc sebesar 63 ppm, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan sistem karburator memiliki kandungan emisi gas buang lebih tinggi. Pembakaran yang tidak sempurna menyebabkan emisi gas buang yang dikeluarkan kendaraan bermotor.

Penyebab emisi gas buang salah satunya adalah karena dalam proses pembakaran kekurangan oksigen sehingga pembakaran terjadi tidak sempurna. Seperti yang dijelaskan oleh Arifin dan Sukoco (2009: 41) menyatakan bahwa apabila unsur-unsur oksigen (udara) tidak cukup akan mengakibatkan proses pembakaran tidak sempurna. Suhu juga mempengaruhi kepadatan udara yang dihisap oleh kendaraan bermotor dan hal ini mempengaruhi proses pembakaran.

Proses pembakaran merupakan faktor dalam menghasilkan pembakaran yang optimal, panas yang berlebihan pada ruang bakar berdampak buruk pada proses pembakaran, Panas yang berlebihan tersebut dapat menyebabkan terjadinya *detonasi* atau *knocking* pada mesin, yang menyebabkan terjadi kerusakan pada beberapa komponen mesin (Basori, et al., 2014: 2).

Menurut Lanzafame (2003) mengatakan bahwa Salah satu Upaya yang dilakukan untuk mengatasi panas berlebih pada ruang bakar untuk mencegah *detonasi* adalah sistem *water injection*, *water injection* adalah istilah yang

digunakan untuk menginjeksikan cairan yang bertujuan mengurangi temperatur ruang bakar pada mesin. Penginjeksian butiran air pada ruang bakar bertujuan untuk mengurangi *detonasi* dan pengontrol emisi.

Seperti penelitian dari zatmiko, et al., (2015), dengan judul rancang bangun *water injection* berbasis mikrokontroler serta pengaruhnya terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang (CO dan HC) pada sepeda motor mega pro 2009, dengan hasil penelitian emisi gas buang CO pada penggunaan *water injection* A100 dan A90 lebih rendah dibandingkan dengan yang standar yaitu sebesar 0.279% dan 0.822% dan emisi gas buang CO pada penggunaan *water injection* dengan pencampuran akuades dan metanol, sedangkan pengaruh terhadap emisi gas buang HC semakin banyak campuran methanol semakin besar kadar HC yang dihasilkan.

Kemudian hasil penelitian Andrilana Alif (2022), dengan judul pengaruh pemasangan *water injection* terhadap torsi, daya dan SFC sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi, dengan hasil penelitian terhadap daya mengalami penurunan daya sebesar -1,74% atau penurunan sebesar 0,9 Kw dari rata- rata daya, terhadap torsi mengalami kenaikan sebesar 1 N.m dan penurunan torsi pada penggunaan bahan bakar pertamax sebesar -0,25% atau sebesar 0,19 N.m, dan terhadap Sfc mengalami kenaikan sebesar 11,9%. Dari dua penelitian diatas Sehingga dapat disimpulkan bahwa penggunaan sistem *water injection* lebih berpengaruh positif terhadap emisi gas buang.

Menurut zatmiko, et al., (2015) mengatakan bahwa penggunaan *water injection stage-1* menemui kendala yakni butiran air yang diinjeksikan tidak

halus, penginjeksian cairan hanya bergantung pada kevakuman *intake manifold*, dan volume penyemprotan sulit dikendalikan sehingga kurang optimal. Sehingga disini peneliti menggunakan *nano spray*, dikarenakan *nano spray* memiliki semprotan yang halus berupa embun sehingga diharapkan dapat mengoptimalkan penginjeksian air di ruang bakar. Menurut Li, X, et al., (2010) mengatakan bahwa *nano spray dryer B-90* mampu merangkum emulsi yang lebih kecil dari 100 nm ke dalam partikel submikron yang terpisah (tidak teragresi). Debit air *Nano spray* yang tepat dapat menghasilkan pembakaran yang optimal, debit air yang tepat mampu menurunkan kadar racun yang terkandung dalam emisi gas buang.

Penerapan *nano spray* pada sepeda motor juga setara dengan waktu pengapian yang tepat agar menghasilkan pembakaran yang optimal. Ditegaskan oleh Firina, Ismet, dan Nasir (2015: 2) yang mengatakan bahwa waktu pengapian yang tepat, dapat menghasilkan efisiensi mesin dan emisi gas buang yang baik. Sehingga diperlukan bahan bakar beroktan tinggi agar bahan bakar terbakar secara maksimal.

Menurut Ginting (2022: 29) mengatakan bahwa ethanol merupakan bahan bakar alternatif beroktan tinggi yang dapat diperbaharui serta menghasilkan gas emisi yang lebih rendah dan ramah lingkungan. Campuran bahan bakar dan ethanol atau biasa dikenal dengan *biogasoline* atau gasohol (*gasoline alcohol*).

Dari uraian diatas penulis ingin melakukan penelitian dengan mengoptimalkan *nano spray* pada sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi dengan judul “optimasi penerapan *nano spray* terhadap emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi dengan metode Taguchi”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan diantaranya sebagai berikut :

1. Proses pembakaran yang kurang sempurna menyebabkan emisi gas buang yang dikeluarkan sepeda motor mengandung zat beracun berbahaya bagi kelangsungan hidup bumi.
2. Waktu pengapian yang tidak tepat dapat berpengaruh terhadap kenaikan kadar emisi gas buang.
3. Debit air yang tidak tepat dapat membuat kadar emisi gas buang meningkat.

C. Batasan Masalah

Fokus Penelitian ini mengenai optimasi penerapan *nano spray*, apakah dapat diperoleh emisi gas buang yang lebih signifikan pada sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan Batasan masalah diatas, maka rumusan masalah pada penelitian adalah bagaimana pengaruh optimasi penerapan *nano spray* terhadap emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi dengan metode Taguchi.

E. Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan yang ingin dicapai oleh peneliti dalam melakukan penelitian ini adalah optimasi penerapan *nano spray* terhadap emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi dengan metode Taguchi.

F. Manfaat Penelitian

kegiatan penelitian ini diharapkan bisa dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Bagi dunia akademik dapat membuktikan pengetahuan hasil yang diperoleh dari optimasi penerapan *nano spray* terhadap emisi gas buang.
2. Bagi dunia akademik dapat membuktikan pengetahuan tentang optimasi penggunaan ukuran diameter lubang pada *nano spray* terhadap emisi gas buang.
3. Masyarakat memperoleh informasi tentang perbedaan emisi gas buang pada sepeda motor yang menggunakan alat *nano spray* dengan sepeda motor tanpa menggunakan alat *nano spray*, sehingga masyarakat dapat mengetahui dampak yang akan ditimbulkan jika melakukan pemasangan *nano spray* pada sepeda motornya.
4. Diharapkan bisa dijadikan untuk penelitian selanjutnya.