

**PENGARUH VARIASI ROTOR MAGNET PADA SEPEDA MOTOR 4
LANGKAH MODIFIKASI INJEKSI TERHADAP UNJUK KERJA MESIN
SEBAGAI POTENSI PENERAPAN BIOETHANOL**

SKRIPSI

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



Oleh:

**SAMSUL ARIFIN
NIM/TM: 18073029/2018**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

SKRIPSI

**Pengaruh Variasi Rotor Magnet Pada Sepeda Motor 4 langkah Modifikasi
Injeksi Terhadap Unjuk Kerja Mesin Sebagai Potensi Penerapan Bioethanol**

Nama : Samsul Arifin
NIM : 18073029
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik

Padang, 22 Agustus 2022

Disahkan Oleh :

Pembimbing

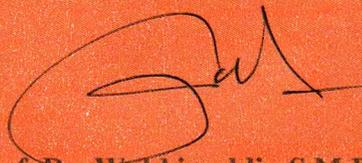


Wawan Purwanto, S.Pd, M.T, Ph.D

NIP. 19840915201021006

Mengetahui :

Kepala Departemen Teknik Otomotif



Prof. Dr. Wakhinuddin S.M.Pd

NIP. 19600314 198503 1 003

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Samsul Arifin

NIM : 18073029

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Skripsi di Depan Tim Penguji

Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif

Universitas Negeri Padang

Dengan Judul

**Pengaruh Variasi Rotor Magnet Pada Sepeda Motor 4 Langkah Modifikasi
Injeksi Terhadap Unjuk Kerja Mesin Sebagai Potensi Penerapan Bioethanol**

Padang, 22 Agustus 2022

Tim Penguji

Nama

Tanda Tangan

1.	Ketua	:	Wawan Purwanto, S.Pd, M.T, Ph.D	1.....
2.	Sekretaris	:	Prof. Dr. Hasan Maksum, M.T	2.....
3.	Anggota	:	Ahmad Arif, S.Pd, M.T	3.....



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN 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 : **Samsul Arifin**
NIM/TM : 18073029/2018
Program Studi : Pendidikan teknik Otomotif
Jurusan : Teknik Otomotif
Fakultas : Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

Dengan ini menyatakan, bahwa Skripsi saya dengan judul **“Pengaruh Variasi Rotor Magnet Pada Sepeda Motor 4 Langkah Modifikasi Injeksi Terhadap Performa Mesin Sebagai Potensi Penerapan Bioethol”** 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, 22 Agustus 2022

Saya yang menyatakan,

Samsul Arifin
NIM. 18073029/2018

HALAMAN PERSEMBAHAN



Alhamdulillahilahirabilalamin puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, nikmat dan karunianya sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini. Sebagai tanda bakti, hormat dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu (Rita Eyanti) yang telah memberikan kasih sayang, secara dukungan, ridho, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selebar kertas yang bertuliskan kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Ayah bahagia karena kusadar, selama ini belum bisa berbuat lebih. Untuk Ibu dan ayah yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami kasih sayang, selalu mendoakan, selalu menasehatiku serta selalu meridhoiku melakukan hal yang lebih baik, Terima kasih Ibu... Terima kasih Ayah...

Terimakasih kepada bapak Wawan Purwanto S.Pd.,M.T.,Ph.D selaku dosen pembimbing akademik, pembimbing skripsi yang telah membimbing peneliti sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Terimakasih kepada bapak Prof Dr Hasan Maksun M.T selaku dosen penguji 1 yang juga telah membimbing peneliti selama proses skripsi sehingga skripsi ini selesai dan lebih sempurna. Terimakasih kepada bapak Ahmad Arif S.Pd.,M.T selaku dosen penguji 2 yang juga telah membimbing peneliti sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Terimakasih juga kepada bapak /ibu dosen UNP, bapak/ibu guru SMK 3 Bungo yang telah memberikan support dan dukungan sehingga peneliti dapat semangat menyelesaikan skripsi ini.

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

Hormat Saya



Samsul Arifin
18073029/2018

ABSTRAK

Samsul Arifin, 2022 Pengaruh Variasi Rotor Magnet Pada Sepeda Motor 4 Langkah Modifikasi Injeksi Terhadap Unjuk Kerja Mesin Sebagai Potensi Penerapan Bioethanol

Berbagai cara terus dilakukan pengembangan teknologi untuk meningkatkan performa mesin agar dapat memaksimalkan pembakaran di dalam ruang bakar. Pembakaran yang sempurna dapat menyebabkan kinerja mesin menjadi meningkat, adapun dengan memaksimalkan kinerja dari sistem pengapian dengan memodifikasi tonjolan magnet (*pickup pulser*) untuk memperbesar percikan api dari busi agar campuran udara dan bahan bakar dapat terbakar dengan sempurna di ruang bakar. Tujuan dari penelitian pengaruh variasi rotor magnet pada sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi terhadap unjuk kerja mesin sebagai potensi penerapan bioethanol, rotor magnet yang digunakan yaitu rotor standar, rotor dengan perlakuan (dipanjangkan 2 mm) dan rotor dengan perlakuan (dipendekkan 2 mm). Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dan kesimpulan dari penelitian ini campuran bahan bakar dan ethanol terbaik dengan persentase bahan bakar pertamax 30% dan ethanol 70% menghasilkan torsi sebesar 8,15 N.m dan daya sebesar 5,9 kW menggunakan rotor dengan perlakuan.

Kata Kunci

Rotor Magnet, Unjuk Kerja Mesin, Variasi Bahan Bakar

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas izin dan Ridho-NYA Penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini yang berjudul **“Pengaruh Variasi Rotor Magnet Pada Sepeda Motor 4 Langkah Modifikasi Injeksi Terhadap Unjuk Kerja Sebagai Potensi Penerapan Bioethanol”**

Penyusunan 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.

Sehubungan dengan itu, terselesaikannya Skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dorongan dan nasehat serta saran dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu menyelesaikan Skripsi, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Fahmi Rizal, M.Pd., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Prof. Dr. Wakhinuddin S, M.Pd selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif.
3. Bapak Wagino, S.Pd, M.Pd.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif.
4. Bapak Wawan Purwanto, S.Pd, M.T, Ph.D selaku Penasehat Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Skripsi.
5. Bapak/Ibu Dosen dan Staf pengajar di Jurusan 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.

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, Juni 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	iii
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
A. Kajian Teori	6
B. Penelitian Relevan.....	13
C. Kerangka Konseptual	14
D. Pertanyaan Penelitian	15
BAB III METODE PENELITIAN	16
A. Jenis Penelitian.....	16
B. Definisi operasional Variabel Penelitian	18
C. Objek Penelitian	20
D. Instrumen Penelitian.....	20
E. Prosedur Penelitian.....	24
F. Teknik Pengambilan Data.....	26
G. Teknik Analisis Data	28

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	30
A. Hasil Penelitian	30
B. Pembahasan	64
BAB V PENUTUP	70
A. Kesimpulan	70
B. Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kendaraan Bermotor Kategori L.....	2
2. Pola Penelitian	17
3. Spesifikasi Sepeda Motor 4 Langkah.....	20
4. Pengujian Torsi Dan Daya	26
5. Pengujian Emisi Gas Buang.....	27
6. Hasil Uji Torsi Dan Daya Menggunakan Rotor Standar	30
7. Hasil Uji Torsi Dan Daya Menggunakan Rotor Dengan Perlakuan	32
8. Hasil Uji Emisi Gas Buang Menggunakan Rotor Standar.....	34
9. Hasil Uji Emisi Gas Buang Menggunakan Rotor Dengan Perlakuan.....	36
10. Persentase Torsi Dan Daya	57
11. Persentase Emisi Gas Buang	59
12. Hasil Uji t Torsi Menggunakan Bahan Bakar Pertamina Ethanol 60%.....	61
13. Hasil Uji t Torsi Menggunakan Bahan Bakar Pertamina Ethanol 70%.....	62
14. Hasil Uji t Daya Menggunakan Bahan Bakar Pertamina Ethanol 60%.....	63
15. Hasil Uji t Daya Menggunakan Bahan Bakar Pertamina Ethanol 70%.....	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Dynamometer</i>	12
2. Kerangka Konseptual	14
3. Rotor Magnet	22
4. Desain Rotor Magnet Standar.....	22
5. Desain Rotor Magnet Dipanjangkan 2 mm	23
6. Desain Rotor Magnet Dipendekkan 2 mm	23
7. Grafik Pengujian Torsi Rotor Standar.....	39
8. Grafik Pengujian Torsi Rotor Dengan Perlakuan	39
9. Grafik Pengujian Daya Rotor Standar.....	40
10. Grafik Pengujian Daya Rotor Dengan Perlakuan	40
11. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Standar Bahan Bakar Peralite..	41
12. Grafik Kandungan HC Rotor Standar Bahan Bakar Peralite.....	41
13. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Standar Bahan Bakar Pertamina	42
14. Grafik Kandungan HC Rotor Standar Bahan Bakar Pertamina	42
15. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Standar Bahan Bakar Peralite Dengan Campuran Ethanol 20%.....	43
16. Grafik Kandungan HC Rotor Standar Bahan Bakar Peralite Dengan Campuran Ethanol 20%.....	43
17. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Standar Bahan Bakar Peralite Dengan Campuran Ethanol 30%	44

18. Grafik Kandungan HC Rotor Standar Bahan Bakar Peralite Dengan Campuran Ethanol 30%	44
19. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Standar Bahan Bakar Peralite Dengan Campuran Ethanol 40%	45
20. Grafik Kandungan HC Rotor Standar Bahan Bakar Peralite Dengan Campuran Ethanol 40%	45
21. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Standar Bahan Bakar Pertamina Dengan Campuran Ethanol 50%	46
22. Grafik Kandungan HC Rotor Standar Bahan Bakar Pertamina Dengan Campuran Ethanol 50%	46
23. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Standar Bahan Bakar Pertamina Dengan Campuran Ethanol 60%	47
24. Grafik Kandungan HC Rotor Standar Bahan Bakar Pertamina Dengan Campuran Ethanol 60%	47
25. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Standar Bahan Bakar Pertamina Dengan Campuran Ethanol 70%	48
26. Grafik Kandungan HC Rotor Standar Bahan Bakar Pertamina Dengan Campuran ethanol 70%	48
27. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Peralite	49
28. Grafik Kandungan HC Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Peralite	49
29. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Pertamina	50
30. Grafik Kandungan HC Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Pertamina	50

31. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Peralite Dengan Campuran Ethanol 20%	51
32. Grafik Kandungan HC Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Peralite Dengan Campuran Ethanol 20%	51
33. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Peralite Dengan Campuran Ethanol 30%	52
34. Grafik Kandungan HC Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Peralite Dengan Campuran Ethanol 30%	52
35. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Peralite Dengan Campuran Ethanol 40%	53
36. Grafik Kandungan HC Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Peralite Dengan Campuran Ethanol 40%	53
37. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Pertamina Dengan Campuran Ethanol 50%	54
38. Grafik Kandungan HC Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Pertamina Dengan Campuran Ethanol 50%	54
39. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Pertamina Dengan Campuran Ethanol 60%	55
40. Grafik Kandungan HC Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Pertamina Dengan Campuran Ethanol 60%	55
41. Grafik Kandungan CO Dan CO ₂ Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Pertamina Dengan Campuran Ethanol 70%	56
42. Grafik Kandungan HC Rotor Dengan Perlakuan Bahan Bakar Pertamina Dengan Campuran Ethanol 70%	56

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Berbagai cara terus dilakukan pengembangan teknologi untuk meningkatkan performa mesin agar dapat memaksimalkan pembakaran di dalam ruang bakar. Pembakaran yang sempurna dapat menyebabkan kinerja mesin menjadi meningkat, adapun dengan memaksimalkan kinerja dari sistem pengapian untuk memperbesar percikan api dari busi agar campuran udara dan bahan bakar dapat terbakar dengan sempurna di ruang bakar. Komponen-komponen sistem pengapian yang telah dilakukan pengembangan, diantaranya busi, kabel busi, tutup busi, koil, CDI (*capasitive discharge ignition*) dan salah satunya dengan memodifikasi tonjolan magnet (*pickup pulser*). Komponen sistem pengapian tersebut berfungsi untuk memaksimalkan pembakaran yang terjadi di ruang bakar guna campuran bahan bakar dan udara bisa terbakar dengan sempurna.

Peningkatan perkembangan teknologi dan industri selain memberikan dampak yang bermanfaat pada kehidupan manusia, juga memberikan dampak yang merusak lingkungan masyarakat itu sendiri. Hasil dari perkembangan teknologi itu dapat mencemari udara ialah keluarnya asap dari cerobong-cerobong pabrik, asap kendaraan, pembakaran hutan, sampah dan lain sebagainya. Namun penyumbang terbesar udara adalah emisi gas buang kendaraan bermotor yang keluar dari knalpot dengan menyumbang sekitar 70% polutan di udara pada saat ini.

Menurut Bahrul dan Faisal (2016: 5) “Gas buang umumnya terdiri dari gas yang tidak beracun N₂, CO₂ dan H₂O sebagian kecil merupakan gas beracun seperti Nox, HC dan CO. Kandungan yang dominan dalam gas buang adalah gas beracun yang dikeluarkan oleh suatu kendaraan”.

Mengingat keputusan peraturan menteri negara lingkungan hidup nomor : 05 tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama pada pasal 1 ayat 1 yang berbunyi “ ambang batas emisis gas buang kendaraan bermotor lama adalah batas maksimum zat atau bahan pencemar yang boleh dikeluarkan langsung dari pipa gas buang kendaraan bermotor lama.

Tabel 1. Kendaraan bermotor kategori L

Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	
Sepeda motor 2 langkah	<2010	4,5	12000	idle
Sepeda motor 4 langkah	<2010	5,5	2400	idle
Sepeda motor (2 langkah dan 4 langkah)	>2010	1,5	200	idle

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor juga tidak terlepas dari peningkatan konsumsi kendaraan terhadap bahan bakar minyak, dalam usaha mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil khususnya bahan bakar minyak karena depositnya terbatas maka sangat diperlukan upaya peningkatan pemanfaatan energi lain terutama pada sektor transportasi, di antaranya dengan penggunaan biofuel, khususnya bioethanol yang

merupakan sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui juga ramah lingkungan. Bioethanol merupakan ethanol fermentasi dari glukosa dan dilanjutkan dengan proses destilasi, guna sebagai campuran bahan bakar untuk meningkatkan angka oktan.

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas maka penulis memiliki gagasan untuk melakukan modifikasi sistem pengapian EFI (Electric Fuel Injection) dengan variasi rotor magnet pada sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi terhadap unjuk kerja mesin sebagai potensi penerapan bioethanol.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut diatas dapat disimpulkan beberapa masalah yang ada diantaranya sebagai berikut :

1. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor juga dapat mengakibatkan peningkatan emisi gas buang yang menghasilkan polusi udara yang mengganggu kesehatan manusia, oleh sebab itu perlu adanya inovasi teknologi yang dapat meminimalkan dampak tersebut.
2. Semakin banyak jumlah permintaan masyarakat akan kebutuhan transportasi dapat mengakibatkan produsen membuat kendaraan bermotor secara besar-besaran. Hal ini mengakibatkan masalah peningkatan pada konsumsi bahan bakar minyak yang merupakan sumber daya alam yang tidak terbarukan, upaya dalam penerapan bioethanol sebagai alternatif penggunaan bahan bakar minyak.

3. Salah satu upaya untuk meningkatkan performa mesin dengan memaksimalkan kinerja sistem pengapian agar campuran udara dan bahan bakar terbakar sempurna, pembakaran sempurna dapat meningkatkan kinerja motor. Memaksimalkan kinerja sistem pengapian bisa dilakukan salah satunya dengan memodifikasi tonjolan magnet (*pickup pulser*).

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah dan identifikasi masalah yang telah dijabarkan sebelumnya serta mengingat keterbatasan waktu dan pikiran dari penulis maka diberikan batasan masalah agar lebih terfokus pada judul skripsi yang akan dibuat. Permasalahan yang akan dikaji dalam hal ini adalah :

1. Modifikasi rotor magnet pada sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi.
2. Pengaruh modifikasi rotor magnet terhadap unjuk kerja mesin sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi.
3. Penerapan penggunaan bioethanol pada kendaraan.

D. Rumusan Masalah

Dari batasan masalah tersebut penyusun dapat merumuskan masalah untuk dipecahkan, yaitu diantaranya :

1. Bagaimana modifikasi rotor magnet pada sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi?

2. Bagaimana pengaruhnya setelah dilakukan modifikasi rotor magnet terhadap unjuk kerja mesin pada sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi?
3. Bagaimana campuran bahan bakar dengan ethanol terbaik yang bisa diterapkan pada sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari pembuatan penelitian ini adalah diantaranya :

1. Mengetahui torsi dan daya setelah dilakukan modifikasi rotor magnet.
2. Mengetahui emisi gas buang yang dihasilkan rotor magnet.
3. Upaya penerapan bioethanol pada kendaraan.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh setelah pengerjaan skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Membantu mengetahui dan memperdalam pengetahuan mengenai sistem pengapian EFI.
2. Upaya penerapan bioethanol dan memperbaiki emisi gas buang yang dihasilkan sepeda motor nantinya agar lebih efisien dan ramah lingkungan.
3. Bagi penulis sebagai salah satu untuk persyaratan mendapatkan gelar strata 1 (S1) pada program studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Meningkatkan kinerja, kemampuan dan mutu mahasiswa.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Sistem Pengapain/Penyalan

Menurut Bahrul dan Faisal (2016: 77) ”Sistem pengapian adalah sistem untuk membakar campuran bahan bakar yang terkompresi pada ruang bakar dengan memercikan bunga api oleh busi (*spark plug*)”.

Menurut menyatakan bahwa (Jalius Jama, dkk : 2008).“Sistem pengapian merupakan bagian yang sangat penting pada suatu kendaraan, karena sistem ini berhubungan dengan sistem kerja suatu mesin kendaraan. Sistem pengapian pada motor bensin berfungsi mengatur proses pembakaran campuran bensin dan udara di dalam silinder sesuai waktu yang sudah ditentukan yaitu pada akhir langkah kompresi. Permulaan pembakaran diperlukan, karena pada motor bensin pembakaran tidak bisa terjadi dengan sendirinya. Pembakaran campuran bensin-udara yang dikompresikan terjadi di dalam silinder setelah busi memercikkan bunga api, sehingga diperoleh tenaga akibat pemuai gas (eksplosif) hasil pembakaran, mendorong piston ke Titik Mati Bawah (TMB) menjadi langkah usaha. Agar busi dapat memercikkan bunga api, maka diperlukan suatu sistem yang bekerja secara akurat. Sistem pengapian terdiri dari berbagai komponen, yang bekerja bersama-sama dalam waktu yang sangat cepat dan singkat.

Pada sepeda motor injeksi umumnya terdapat tonjolan (*pickup pulser*) banyak dibagian magnet atau rotornya, berbeda terbalik dengan motor karburator yang hanya terdapat satu tonjolan saja. Jarak antar tonjolan dibuat sama akan tetapi ada satu jarak yang di buat renggang, jarak renggang ini dibuat untuk sebagai awal pembacaan ECU, yang mana pada posisi ini piston berada di TMA (titik mati atas 0 derajat). Seperti yang sudah diketahui bahwa rotor magnet berbentuk lingkaran 360 derajat, jadi jika terdapat 12 tonjolan pada rotor magnet menandakan jarak antar tonjolan yaitu sebesar 30 derajat. Dalam satu langkah pembakaran mesin adalah 180 derajat artinya dalam satu langkah misalkan langkah hisap dimana dimulai dari TMA ke TMB akan melewati 6 tonjolan ($180 \text{ dibagi } 30$).

Fungsi dari tonjolan pada rotor magnet ialah sebagai pickup sensor atau dengan istilah lain sebagai pemberi sinyal ke ECU, dimana posisi piston berada dititik mana. Sebab pada sepeda motor 4 tak ada 4 langkah kerja yaitu langkah hisap, kompresi, usaha, buang. Sinyal yang diterima ECU dari tiap-tiap tonjolan akan diolah oleh ECU sebagai otak pengapian motor injeksi, berdasarkan sinyal yang diperoleh dari tonjolan pada rotor magnet, ECU kemudian akan dapat membaca kapan koil memercikkan bunga api ke busi, dan kapan saat memerintahkan injektor untuk menyemprotkan bahan bakar.

Berdasarkan kutipan para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa sistem pengapian ialah sistem yang dapat memercikkan bunga api pada busi untuk membakar campuran bahan bakar dan udara yang sudah dikompresikan untuk menghasilkan sebuah tenaga.

2. Bahan Bakar

Menurut Jalius, dkk (2008 : 46) bahan bakar mesin yaitu persenyawaan hidro-karbon yang diolah dari minyak bumi. Untuk mesin bensin dipakai bensin dan untuk mesin diesel disebut minyak diesel.

a. Pertalite

Pertalite adalah bahan bakar minyak dari Pertamina dengan RON 90. Pertalite dihasilkan dengan penambahan zat aditif dalam proses pengolahannya di kilang minyak. Pertalite memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan premium. Selain itu, RON 90 membuat pembakaran pada mesin kendaraan dengan teknologi terkini lebih baik dibandingkan dengan premium yang memiliki RON 88. Sehingga sesuai digunakan untuk kendaraan roda dua, hingga kendaraan *multi purpose vehicle* ukuran menengah.

b. Pertamina

Dalam penelitian kali ini peneliti menggunakan bahan bakar Pertamina dikarenakan bahan bakar Pertamina mempunyai nilai

oktan yang tinggi yaitu 92, lebih tinggi dibandingkan dengan pertalite yang hanya memiliki nilai oktan 90.

c. Bioethanol

Bioethanol merupakan etanol yang dihasilkan dari fermentasi glukosa kemudian dilanjutkan dengan proses destilasi. Etanol kependekan dari etil alkohol (C_2H_5OH) bisa disebut juga dengan *grain alcohol* atau alkohol. Etanol merupakan cairan tak berwarna, mudah menguap dan mempunyai bau yang khas. Berat jenisnya ialah 0,7939 g/mL, dan titik didihnya 78,3°C pada tekanan 766 mmHg. Selain itu sifat lainnya dapat larut dalam air dan eter serta mempunyai kalor pembakaran 7093,72 kkal. Etanol banyak digunakan di berbagai industri sebagai bahan baku industri turunan alkohol, sebagai campuran minuman keras, sebagai bahan baku industri farmasi dan kosmetik, dan lain sebagainya. Pada industri otomotif, etanol digunakan sebagai campuran bahan bakar kendaraan untuk meningkatkan angka oktan. Campuran bahan bakar kendaraan jenis bensin/gasoline dan etanol dikenal dengan gasohol.

3. Torsi

Menurut (Raharjo dan Karnowo, 2008:98) Torsi merupakan nilai kemampuan suatu mesin dalam melakukan kerja, jadi bisa kita artikan bahwasannya torsi merupakan energi yang ada pada suatu motor.

Torsi adalah sebuah turunan pada dunia otomotif yang mana torsi didefinisikan sebagai nilai untuk menghitung berapa kekuatan yang dihasilkan dari benda yang berputar terhadap porosnya.

Gaya tekan putar pada bagian yang berputar disebut torsi, sepeda motor digerakkan oleh torsi dari crankshaft (Jalius & Wagino 2008:23). Torsi adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja. Satuan torsi biasanya dinyatakan dalam N.m (Newton meter).

Rumus untuk menghitung torsi adalah sebagai berikut:

$$T = F.r \quad (1)$$

Dimana =

T = Torsi (N.m)

F = Gaya (N)

r = Jarak benda kepusat rotasi (m)

Pengaruh dari Torsi yaitu sebuah benda bisa berputar terhadap porosnya, sehingga benda itu dapat berhenti jika terjadi gaya yang berlawanan dengan nilai yang sama besar.

Dari beberapa pernyataan diatas dapat diambil kesimpulan bahwa torsi merupakan kekuatan atau energi yang ditimbulkan dari benda yang berputar terhadap porosnya.

4. Daya

Hasan Maksun (2012:15) menyatakan “bahwa pada motor, daya merupakan perkalian antara momen putar (Mp) dengan putaran mesin (n)”. Jenis daya pada mesin:

1. *Brake power* adalah daya yang diberikan oleh poros engkol
2. *Drawber power* adalah daya pada drawber dan tersedia untuk menarik beban.
3. *Friction power* adalah daya yang digunakan untuk mengatasi gesekan-gesekan pada motor.
4. *Indicated power* adalah daya yang timbul dalam ruangan pembakaran dan diterima oleh piston.

Dari uraian pendapat diatas dapat dinyatakan bahwasanya daya merupakan hasil dari proses konversi energi, dengan kata lain daya dapat diartikan sebagai kemampuan suatu motor bakar dalam melakukan kerjanya. Satuan daya yaitu *Horse Power*. Pada sepeda motor alat yang digunakan untuk mengukur daya yaitu *dynamometer*, rumus untuk menghitung daya yaitu dengan menggunakan rumus :

$$P = 2 \cdot p \cdot n \cdot T \text{ (hp)} \quad (2)$$

Dimana :

P = daya poros (hp)

T = torsi (N.m)

N = putaran mesin (rpm)

5. Emisi gas buang

Emisi gas buang adalah sisa gas hasil pembakara yang yang tidak terbakar sempurna di dalam ruang bakar (Amin & Ismet, 2016: 143). Kandungan yang ada dalam emisi gas buang motor bensin ada 2 jenis yakni gas berbahaya (NO_x, HC serta CO) dan gas tidak

berbahaya (N_2 , CO_2 dan H_2O) (Syahrul Huda, dkk.2021: 71). Bensin merupakan bahan bakar yang bersenyawa hidrokarbon, nilai HC yang terbaca adalah sisa bahan bakar yang tidak terbakar sempurna yang keluar bersama emisi gas buang. Hasil pembakaran yang sempurna maka menghasilkan reaksi CO_2 dan H_2O saja (Syahrul Huda, dkk. 2021: 71).

6. Dynamometer

Dynamometer merupakan sebuah alat yang digunakan untuk melakukan pengujian daya dan torsi pada sepeda motor. Dimana *dynamometer* tersebut dilengkapi dengan sebuah *roller* layaknya jalanan sehingga pada saat melakukan pengujian kendaraan itu terasa seperti mengendarai kendaraan di jalanan, dan juga *dynamometer* ini sudah canggih karena untuk pembacaan dari hasil uji daya dan torsi sudah bisa dilihat langsung melalui layar monitor computer, pada roller juga bisa ditambah beban dari putaran roller yaitu dengan menambah berat dari piringan (inersia) di *roller dynamometer* (Jackson 2010:20)



Gambar 1. *Dynamometer*
(Sumber : dokumentasi pribadi)

B. Penelitian Relevan

Penelitian yang relevan dalam penelitian ini guna mendukung dan memperkuat teori-teori diatas sebagai berikut:

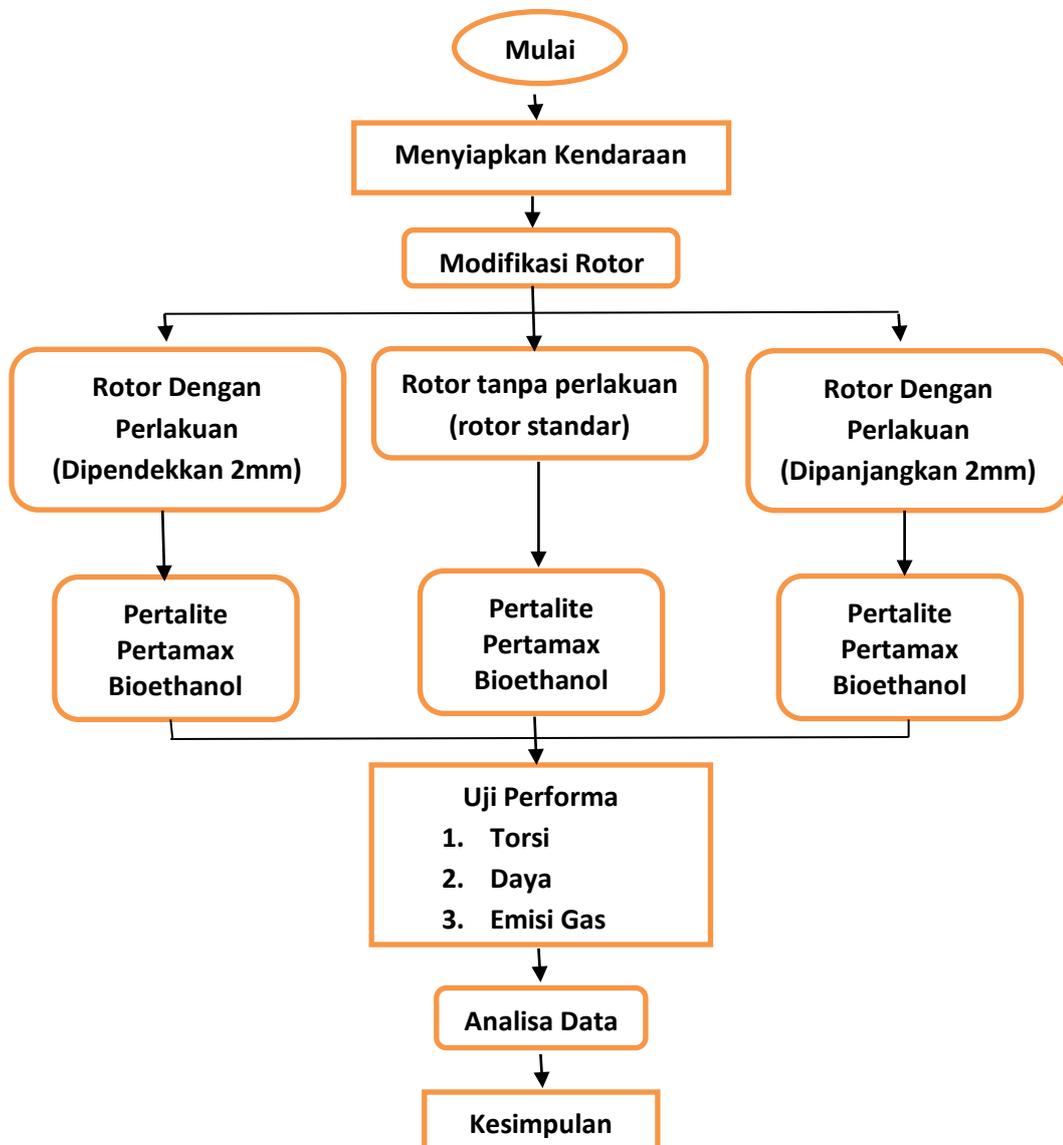
1. Busana Kusuma Adhi Surya (2016) dengan judul studi modifikasi sistem bahan bakar karburator menjadi sistem injeksi pada Honda Legenda (tinjauan sistem pengapian). Pada pengujian saat pengapian adalah 12° sebelum TMA, pengujian komponen EFI menunjukkan semua komponen berfungsi, sistem pengisian menunjukkan voltase pengisian sebesar 14.02 V, pengujian konsumsi bahan bakar menunjukkan setelah penurunan konsumsi bahan bakar rata-rata mencapai 21,9 %. Hasil uji emisi setelah dimodifikasi menunjukkan hasil lebih baik dibanding sebelum modifikasi yaitu penurunan kadar CO sebesar -8,615 % yang sebelumnya 4,376 % menjadi 4,753 %, serta penurunan kadar HC mencapai 39,35 % yaitu dari 3857 ppm menjadi 2339 ppm. Hasil uji performa juga menunjukkan peningkatan daya maksimum yang sebelumnya 7,4dk/9000 rpm menjadi 9,4dk/10000 rpm dan torsi maksimum yang sebelumnya 5,90Nm/5000 rpm menjadi 6,90Nm/9500 rpm.
2. Subandriyo Susdi, Rhozman Fatkur dan Istiqlaliyah Hesti. (2018). Pengaruh Posisi Trigger Magnet Terhadap Daya dan Torsi pada Sepeda Motor. Kesimpulan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ada pengaruh perubahan trigger magnet mundur 9⁰ menghasilkan daya paling tinggi 6.205 Hp, trigger magnet mundur 9,5⁰ menghasilkan daya

paling tinggi 6.699 Hp, dan trigger magnet magnet standar 10^0 menghasilkan daya paling tinggi 6,435 Hp, sedangkan ada pengaruh perubahan trigger magnet mundur 9^0 menghasilkan torsi paling tinggi 0,61 KGm, trigger magnet mundur $9,5^0$ menghasilkan torsi paling tinggi 0,66 KGm, dan Trigger magnet standar 10^0 menghasilkan torsi paling tinggi 0,64 KGm.

3. Mustafa Bakeri, dkk (2012) dengan judul analisa gas buang mesin berteknologi EFI dengan bahan bakar premium. Hasil penelitiannya yakni kandungan CO sistem karburator sebesar 3,6 % dan kandungan CO sistem EFI lebih kecil sebesar 3,04 %. Serta kandungan HC dari sistem karburator lebih tinggi sebesar 545 ppm, sedangkan kandungan HC dari sistem EFI hanya sebesar 63 ppm.

C. Kerangka Konseptual

Melalui penelitian ini akan dijabarkan torsi dan daya, kandungan emisi gas buang serta konsumsi bahan bakar spesifik kendaraan sepeda motor 4 langkah modifikasi injeksi setelah dilakukan perlakuan variasi tonjolan rotor :



Gambar 2 . Kerangka Konseptual

D. Pertanyaan Penelitian

1. Bagaimana pengaruh modifikasi variasi tonjolan rotor magnet terhadap unjuk kerja mesin?
2. Campuran bioethanol berapa yang terbaik untuk diterapkan pada sistem ini?

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini yaitu dengan judul Pengaruh Variasi Rotor Magnet Pada Sepeda Motor 4 Langkah Modifikasi Injeksi Terhadap Unjuk Kerja Mesin Sebagai Potensi Penerapan Bioethanol maka dapat ditarik kesimpulan dengan hasil penelitian sebagai berikut:

1. Pada penelitian ini seharusnya menggunakan 3 macam rotor, yaitu rotor standar, rotor dengan perlakuan (dipanjangkan 2 mm) dan rotor dengan perlakuan (dipendekkan 2 mm), namun dalam pelaksanaan penelitian menggunakan rotor dengan perlakuan (dipendekkan 2 mm) motor 4 langkah tidak dapat dihidupkan, maka rotor dengan perlakuan (dipendekkan 2 mm) tidak bisa dilakukan penelitian.
2. Torsi dan daya yang dihasilkan menggunakan rotor dengan perlakuan (dipanjangkan 2 mm) mengalami peningkatan dari hasil yang didapat oleh rotor standar, baik itu menggunakan bahan bakar pertalite, pertamax, pertalite ethanol dan pertamax ethanol.
3. Kandungan CO, CO₂ dan HC pada emisi gas buang pada sepeda motor 4 langkah pada rotor standar dan rotor dengan perlakuan dengan bahan bakar pertamax dengan campuran ethanol. Didapatkan emisi terbaik yaitu pada variasi campuran pertamax 40% dengan campuran ethanol 60% yakni pada rotor standar CO sebesar 0,07%, CO₂ sebesar 5,6% dan HC sebesar 100 ppm pada rotor standar, sedangkan pada rotor dengan perlakuan CO sebesar 0,85%, CO₂ 4,8% dan HC nya sebesar 92 ppm.

Dan pada campuran pertamax 30% dengan campuran ethanol 70%, yakni pada rotor standar CO sebesar 0,11%, CO₂ sebesar 6,2 % dan HC 88 ppm, sedangkan pada rotor dengan perlakuan CO 0,47%, CO₂ 4,7% dan HC sebesar 81 ppm.

4. Pada bahan bakar pertamax dengan campuran ethanol 60%, torsi menggunakan rotor dengan perlakuan mengalami peningkatan sebesar 13,86% yaitu sebesar 1,14 N.m, dan setelah dilakukan uji t torsi meningkat dengan signifikan.
5. Pada bahan bakar pertamax dengan campuran ethanol 60%, daya menggunakan rotor dengan perlakuan mengalami peningkatan sebesar 22,61% yaitu sebesar 1,33 Kw, dan setelah dilakukan uji t daya meningkat dengan signifikan.
6. Pada bahan bakar pertamax dengan campuran ethanol 70%, torsi menggunakan rotor dengan perlakuan mengalami peningkatan sebesar 15,82% yaitu sebesar 1,29 N.m, dan setelah dilakukan uji t torsi meningkat dengan signifikan.
7. Pada bahan bakar pertamax dengan campuran ethanol 70%, daya menggunakan rotor dengan perlakuan mengalami peningkatan sebesar 23,05% yaitu sebesar 1,36 Kw, dan setelah dilakukan uji t daya meningkat dengan signifikan.
8. Campuran bahan bakar dengan ethanol terbaik yang dapat diterapkan yaitu pada campuran pertamax 30% dengan ethanol sebesar 70%.

9. Pada campuran 20% pertamax dengan 80% ethanol pada putaran idle sudah mulai susah dihidupkan cenderung kendaraan tidak dapat dihidupkan.

B. Saran

1. Bagi pembaca penerapan bioethanol pada sepeda motor 4 langkah dapat dijadikan sebagai alternatif penggunaan bahan bakar yang dapat diperbahai juga ramah lingkungan.
2. Bagi peneliti selanjutnya dapat dikembangkan lagi rancangan sistem pengapian EFI ini agar dapat diterapkembangkan.
3. Peneliti menganjurkan untuk penelitian selanjutnya dilakukan menggunakan metode yang lain, contohnya menggunakan metode taguchi dalam penelitiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, Bahrul & Ismet, Faisal. 2016. *Teknologi Motor Bensin*. Jakarta: Kencana
- Daryanto. 2003. *Dasar-dasar Teknik Mobil*. Jakarta: Bumi Aksara
- Daryanto. 2008. *Motor Bakar untuk Mobil*. Jakarta: Rineka Cipta
- Fraenkel, J.R, N.E Wallen & H.H Hyun. 2012. *How To Design And Evaluate Research In Education*. New York: McGraw-Hill Companies.
- Gunadi. 2010. "Pengaruh Waktu Pengapian (Ignition Timing) Terhadap Emisi Gas Buang Pada Mobil Dengan Sistem Bahan Bakar Sistem Injeksi (EFI)". Laporan Penelitian FT UNY. Hal 1-19
- Huda, Syahrul, dkk. 2021. "The Effect of Turbo Cycle Instalation on 4 Stroke Motor Cycle on Fuel Consumption and Exhaust Emissions." *Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*. Volume 3 No 2: Halaman 69-76.
- Jama, Jalius & Wagino. 2008. *Teknik Sepeda Motor Jilid 2*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
- Maksum, Hasan., Reffles, & Purwanto, Wawan. 2012. *Teknologi Motor Bakar*. Padang: UNP Prees.
- Prasetyo, Andriansyah. 2020. "Analisis Variasi Penggunaan Busi Pada Sepeda Motor Yamaha Vixion 2015 Terhadap Daya, Torsi Dan Emisi Gas Buang" Skripsi. UNP.
- Satibi, Loekman., Purnawan,Irfan., & Nazifah.Lisa. 2016. *Mesin Penggerak Utama (Primer Mover)* .Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama
- Subandriyo Susdi, Rhohman Fatkur dan Istiqlaliyah Hesti. (2018). Pengaruh Posisi Trigger Magnet Terhadap Daya dan Torsi pada Sepeda Motor. *Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi*, 237
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Surya, Busana Kusuma adhi. 2016. *Modifikasi Sepeda Motor Sistem Karburator Menjadi Sistem Injeksi (Sistem Pengapian)*. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Yogyakarta
- Syahrani, Awal. 2006. "Analisis Kinerja Mesin Berdasarkan Hasil Uji Emisi". *Jurnal SMARTEK*. Vol 4. Hal 260-266