

SKRIPSI

**STUDI PERFORMANSI MOTOR 4 LANGKAH
TERHADAP PENAMBAHAN GAS HHO DAN
ETHANOL BERBAHAN BAKAR PERTAMAX**



CHARLES CAESARIUS

03051281924073

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

SKRIPSI

**STUDI PERFORMANSI MOTOR 4 LANGKAH
TERHADAP PENAMBAHAN GAS HHO DAN
ETHANOL BERBAHAN BAKAR PERTAMAX**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Teknik Mesin Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH

CHARLES CAESARIUS

03051281924073

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

JURUSAN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**STUDI PERFORMANSI MOTOR 4 LANGKAH TERHADAP
PENAMBAHAN GAS HHO DAN ETHANOL BERBAHAN
BAKAR PERTAMAX**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:
CHARLES CAESARIUS
03051281924073

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyad Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.
NIP. 197112251997021001

Palembang, 27 Januari 2023

Pembimbing

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Ellyanie', written over a faint circular stamp.

Ellyanie, S.T., M.T.
NIP. 196905011994122001

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Agenda No. : 025/TM/AR/2023
Diterima Tanggal : 25-07-2023
Paraf : 

SKRIPSI

NAMA : CHARLES CAESARIUS
NIM : 03051281924073
JURUSAN : TEKNIK MESIN
JUDUL SKRIPSI : STUDI PERFORMANSI MOTOR 4 LANGKAH
TERHADAP PENAMBAHAN GAS HHO DAN
ETHANOL BERBAHAN BAKAR PERTAMAX
DIBUAT TANGGAL : 6 OKTOBER 2022
SELESAI TANGGAL : 27 JUNI 2023

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyad Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197112251997021001

Palembang, 7 Juli 2023

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi



Ellyanie, S.T., M.T.

NIP. 196905011994122001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “STUDI PERFORMANSI MOTOR 4 LANGKAH TERHADAP PENAMBAHAN GAS HHO DAN ETHANOL BERBAHAN BAKAR PERTAMAX” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Sriwijaya pada tanggal 27 Juni 2023.

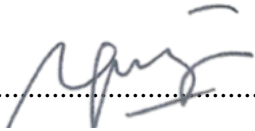
Palembang, 7 Juli 2023

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

1. Ir. Marwani, M.T.

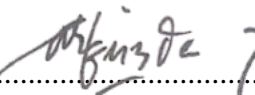
NIP. 196503221991022001

()

Sekretaris :

2. Aneka Firdaus, S.T., M.T.

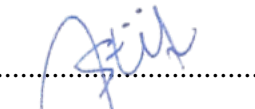
NIP. 197502261999031001

()

Anggota :

3. Astuti, S.T., M.T.

NIP. 197210081998022001

()

Palembang, 7 Juli 2023

Diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing Skripsi

()

Ellyanie, S.T., M.T.

NIP. 196905011994122001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Irsyad Yani, S.T., M.Eng., Ph.D.

NIP. 197112251997021001

KATA PENGANTAR

Semua puji dan segala bentuk syukur saya panjatkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat rahmat dan karunia-Nya lah penulis mampu dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar dan sebaik-baiknya tanpa waktu yang terlampau lama.

Tentunya berkat lingkungan disekitar penulis yang telah dan selalu memberikan kritikan dan bantuan dalam mengarahkan penulis untuk mengerjakan skripsi ini agar lebih baik lagi. Penulis sangat mengucapkan terimakasih dan memberikan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua beserta keluarga besar yang senantiasa memberikan perhatian dan mendukung segala aktivitas pemulis baik secara materil dan moral, serta tidak lupa atas doa dari mereka yang begitu tulus.
2. Ibu Ellyanie, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang sudah memberikan bimbingan, memberikan waktu, tenaga, dan pikiran kepada penulis.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph,D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Ir. Darmawi, M.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan selama perkuliahan hingga saat ini.
6. Seluruh Dosen Teknik Mesin Universitas Sriwijaya yang banyak memberikan ilmu bermanfaat selama dikelas.
7. Karyawan dan Staf Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
8. Tim Pengujian Tugas Akhir yaitu Rinaldi Firdaus dan Andika Mahesa yang telah memberikan banyak sekali kontribusi dan membantu penulis dalam keberhasilan selama persiapan hingga sampai pengambilan data.
9. Seluruh Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2019 yang selalu saling mendukung.

10. Dan semua pihak lain yang belum dan tidak bisa penulis sebutkan semuanya.

Dengan semua yang penulis lalui, berharap dari hasil penyelesaian skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada seluruh masyarakat terkhususnya semua civitas akademik Teknik Mesin Universitas Sriwijaya dan berguna untuk kedepannya kepada bangsa. Penulis telah berusaha sebaiknya dalam menyelesaikan skripsi namun tidak luput dari kesalahan dan tidak sempurna, oleh karena itu penulis memohon maaf dan menerima semua masukan dan kritikan yang akan membangun untuk lebih baik lagi.

Palembang, 22 September 2022



Charles Caesarius

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Charles Caesarius

NIM : 03051281924073

Judul : Studi Performansi Motor 4 Langkah Terhadap Penambahan Gas
HHO dan Ethanol Berbahan Bakar Pertamax

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Palembang, 7 Juli 2023



Charles Caesarius

NIM. 03051281924073

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Charles Caesarius

NIM : 03051281924073

Judul : Studi Performansi Motor 4 Langkah Terhadap Penambahan Gas
HHO dan Ethanol Berbahan Bakar Pertamax

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya saya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 7 Juli 2023



Charles Caesarius

NIM. 03051281924073

RINGKASAN

STUDI PERFORMANSI MOTOR 4 LANGKAH TERHADAP PENAMBAHAN GAS HHO DAN ETHANOL BERBAHAN BAKAR PERTAMAX

Karya Tulis Ilmiah berupa skripsi, 7 Juli 2023

Charles Caesarius, dibimbing oleh Ellyanie, S.T., M.T.

xv + 58 Halaman, 11 Tabel, 21 Gambar, 4 Lampiran

RINGKASAN

Penggunaan kendaraan bermotor di Indonesia seiring tahun semakin meningkat Data konsumsi minyak Indonesia yang berstatus aktif di CEIC dan dilaporkan oleh BP PLC – Energy Sector World Trend Plus, total konsumsi minyak bumi Indonesia pada tahun 2020 berjumlah 1.448.946 barel per harinya yang akan meningkat secara signifikan. Bioetanol memiliki banyak keunggulan untuk meningkatkan performa mesin. Bahan-bahan ini berasal dari sumber daya terbarukan yang tidak terbatas dalam bentuk tanaman yang mengandung gula, pati atau selulosa. Menggabungkan bioetanol dengan bahan bakar fosil di mesin bensin dapat memperpanjang umur pasokan bahan bakar, dan meningkatkan efisiensi pembakaran. Kekurangan akan bahan bakar alternatif yang belum dikembangkan secara sempurna. Dengan demikian untuk mengatasi masalah itu, dapat dilakukan penambahan bahan lain yang juga berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui misalnya air murni dengan komponen penyusun senyawa tersebut adalah atom hydrogen dan atom oxygen. Bahan bakar alternatif hydrogen dengan sifat keunggulan beroktan tinggi dan tanpa menyebabkan polusi. Dengan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan generator HHO dan campuran ethanol pada bahan bakar pertamax terhadap performansi sepeda motor 4 langkah. Penelitian ini akan dilakukan dengan uji performa kinerja dari mesin sepeda motor Suzuki Shogun 125 cc tahun 2004 tanpa modifikasi dan telah dilakukan perawatan

sehingga performa motor dalam kondisi yang baik, pada sepeda motor tersebut akan dipasangkan tachometer digital sebagai alat pengukur besaran putaran. Pengujian ini akan dilakukan dengan penambahan gas Oksihidrogen dan Ethanol 30% pada bahan bakar pertamax. Campuran dari bahan bakar Ethanol 30% dan pertamax 70% (E30) akan disatukan dalam tabung bahan bakar berkapasitas 25 ml. Penggunaan Ethanol 30% dikarenakan mampu memberikan performa terbaik dan tidak akan mengalami penurunan pada putaran tinggi berdasarkan penelitian sebelumnya. Variasi putaran mesin mulai dari 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm dan 5000 rpm yang diukur dengan tachometer. Dimana sepeda motor diletakkan diatas dinamometer prony brake, dengan posisi ban belakang berada diatas poros (roller) yang berputar mengikuti putaran ban, roller tersebut terhubung dengan lengan poros yang diujungnya terdapat neraca pegas untuk mengukur beban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa torsi, daya, efisiensi termal yang dihasilkan bahwa campuran bahan bakar pertamax + E30 + HHO mengalami peningkatan torsi sebesar 16%, daya sebesar 16%, dan efisiensi termal sebesar 43% dibandingkan dengan pertamax murni, dan BSFC mengalami penurunan sebesar 35% dibandingkan dengan pertamax murni.

Kata Kunci : torsi, daya, bsfc, efisiensi thermal, ethanol, hho

Kepustakaan : 24

SUMMARY

4-STEP MOTOR PERFORMANCE STUDY ON THE ADDITION OF HHO GAS AND ETHANOL FUELED BY PERTAMAX

Scientific Paper in the form of a thesis, July 7 2023

Charles Caesarius, supervised by Ellyanie, S.T., M.T.

xi + 67 Pages, 11 Tables, 21 Figures, 4 Appendices

SUMMARY

The use of motor vehicles in Indonesia as the year continues to increase Indonesia's oil consumption data which is active status in CEIC and reported by BP PLC – Energy Sector World Trend Plus, Indonesia's total petroleum consumption in 2020 amounted to 1,448,946 barrels per day which will increase significantly. Bioethanol has many advantages to improve engine performance. These materials come from unlimited renewable resources in the form of plants containing sugar, starch or cellulose. Combining bioethanol with fossil fuels in gasoline engines can extend the life of the fuel supply, and improve combustion efficiency. Lack of alternative fuels that have not been fully developed. Thus to overcome the problem, the addition of other materials that also come from renewable natural resources such as pure water with the constituent components of the compound are hydrogen atoms and and oxygen atoms. Hydrogen alternative fuel with superior properties of high octane and without causing pollution. With this study aims to determine the effect of the use of HHO generators and ethanol mixtures on Pertamina fuel on the performance of 4-stroke motorcycles. This research will be conducted with performance tests of Suzuki motorcycle engines. Shogun 125 cc in 2004 without modification and has been maintained so that the performance of the motorcycle is in good condition, on the motorcycle will be installed digital tachometer as a measuring device for the amount of rotation. This test will be carried out with the addition of 30% Oxyhydrogen and Ethanol gas in the first

fuel. A mixture of 30% Ethanol fuel and Pertamina 70% (E30) will be put together in a 25 ml fuel cylinder. The use of 30% Ethanol is because it is able to provide the best performance and will not decrease at high rotations based on previous studies. Variations in engine speed ranging from 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm and 5000 rpm measured by tachometer. Where the motorcycle is placed on a prony brake dynamometer, with the position of the rear tire above the axle (roller) that rotates following the rotation of the tire, the roller is connected to the torque arm at the end of which there is a spring balance to get a measured load. Fuel consumption measured at 5 ml on the fuel cylinder using a stopwatch. It was found that the torque, power, thermal efficiency produced through calculations increased, in the first mixture x + HHO successively by 9%, 9%, 29% while for BSFC values decreased by 29%. The increase in motorcycle performance also occurred in the first fuel mixture x + E30 + HHO with an increase in torque by 16%, power by 16%, and thermal efficiency by 43% while the BSFC value decreased by 35%.

Keywords : torque, power, bsfc, thermal efficiency, ethanol, hho

Literature : 24

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	xv
RINGKASAN	xvii
SUMMARY	xix
DAFTAR ISI	xxi
DAFTAR GAMBAR	xxiii
DAFTAR TABEL	xxv
DAFTAR RUMUS	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xxix
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Motor Bensin 4 langkah.....	7
2.2 Bahan Bakar.....	9
2.2.1 Jenis Bahan Bakar	10
2.3 Pertamina	12
2.4 Ethanol.....	13
2.5 HHO / Oksihidrogen.....	15
2.5.1 Proses Elektrolisis Air Pembentuk Brown Gas	17
2.5.2 Generator HHO.....	18
2.6 Parameter performa Mesin 4 langkah.....	19
2.6.1 <i>Prony Brake</i>	19

2.6.2 Torsi	20
2.6.3 Daya.....	21
2.6.4 <i>Brake Spesific Fuel Consumption</i> (BSFC).....	21
2.6.5 Efisiensi Thermal	23
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Alat dan Bahan.....	25
3.2 Diagram Alir Pengujian	31
3.3 Spesifikasi Sepeda Motor	32
3.4 Spesifikasi Generator HHO	32
3.5 Instalasi Pemasangan Generator dan Pemasukan Gas HHO	34
3.6 Prosedur Pengujian Performa Mesin 4 langkah.....	35
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil dan Perhitungan.....	37
4.2 Pembahasan	41
4.2.1 Torsi	41
4.2.2 Daya	42
4.2.3 <i>Brake Spesific Fuel Consumption</i> (BSFC)	44
4.2.4 Effisiensi Termal.....	45
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Siklus kerja motor 4 langkah	8
Gambar 2.2 Diagram P-V siklus otto ideal	8
Gambar 2.3 Kerja proses elektrolisis air	17
Gambar 2.4 Prinsip kerja dinamometer	19
Gambar 3.1 Pertamina	26
Gambar 3.2 Ethanol.....	26
Gambar 3.3 Tabung generator HHO	27
Gambar 3.4 PWM.....	27
Gambar 3.5 Dinamometer <i>prony brake</i>	28
Gambar 3.6 Tachometer digital	28
Gambar 3.7 Tabung bahan bakar	29
Gambar 3.8 Neraca digital.....	29
Gambar 3.9 Stopwatch digital	30
Gambar 3.10 Shogun	30
Gambar 3.11 Diagram alir pengujian performa mesin 4 langkah	31
Gambar 3.12 Skema kerja dari alat generator HHO	34
Gambar 3.13 Skema Peralatan Uji	35
Gambar 4.1 Hasil torsi.....	41
Gambar 4.2 Hasil daya	42
Gambar 4.3 Hasil BSFC	44
Gambar 4.4 Hasil efisiensi termal.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi pertamax.	12
Tabel 2.2 Perbandingan sifat fisika antara ethanol dengan bensin.....	14
Tabel 2.3 Properties hidrogen dan bensin	16
Tabel 3.1 Spesifikasi sepeda motor 4 langkah	32
Tabel 3.2 Spesifikasi Generator HHO.....	33
Tabel 4.1 Data hasil pengujian bahan bakar pertamax.....	37
Tabel 4.2 Data hasil pengujian bahan bakar pertamax + HHO	37
Tabel 4.3 Data hasil pengujian bahan bakar pertamax + E30 + HHO	38
Tabel 4.4 Data hasil perhitungan bahan bakar pertamax	40
Tabel 4.5 Data hasil perhitungan bahan bakar pertamax + HHO	40
Tabel 4.6 Data hasil perhitungan bahan bakar pertamax + E30 + HHO.....	41

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Torsi	20
Rumus 2.2 Daya	21
Rumus 2.3 <i>Brake Spesific Fuel Consumption</i>	22
Rumus 2.4 Laju Aliran Massa campuran bahan bakar.....	22
Rumus 2.5 Volume campuran bahan bakar.....	22
Rumus 2.6 Massa jenis campuran bahan bakar.....	22
Rumus 2.7 Efisiensi termal	23
Rumus 2.8 Nilai kalor campuran bahan bakar	23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses pengujian performansi sepeda motor	51
Lampiran 2. Proses pemasangan tachometer	51
Lampiran 3. Pemasangan generator HHO pada sepeda motor.....	52
Lampiran 4. Pemasangan neraca digital.....	52

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dari tahun ke tahun, penggunaan kendaraan bermotor mengalami peningkatan di Indonesia mengikuti pertambahan jumlah penduduk akibat angka kelahiran tinggi maupun oleh urbanisasi yang membutuhkan kendaraan sebagai penyokong kehidupan sehari-hari. Data konsumsi minyak Indonesia yang disediakan oleh BP PLC dan saat ini aktif di CEIC – *Energy Sector World Trend Plus*, total konsumsi minyak bumi Indonesia pada tahun 2020 berjumlah 1.448.946 barel per harinya yang akan meningkat secara signifikan. Dengan jumlah yang begitu besarnya dalam beberapa tahun kedepan dapat dipastikan akan mengalami kelangkaan minyak bumi yang akan merugikan banyak sektor hingga ke masalah perekonomian negara.

Pemanfaatan bahan bakar minyak (BBM) pada kendaraan bermotor semakin meluas juga dipengaruhi oleh konsumsi bahan bakar motor tersebut yang begitu besar dan boros energi seperti kendaraan motor yang menggunakan mesin bervolume ruang silinder besar, dengan itu jumlah gas yang banyak masuk ke silinder ketika kendaraan melakukan langkah isap membuat pembakaran menjadi cepat. Selain itu konsumsi bahan bakar yang terus meningkat dari energi fosil, akan timbul masalah pemanasan global mulai dari emisi gas buang kendaraan meliputi: 72% N₂, 18,1% CO₂, 8,2% H₂O, 1,2% gas mulia, 1,1% O₂, dan 1,1% gas beracun yang terdiri dari 0,13% N_{0x}, 0,09 HC, 0,9% CO (Syahrani, 2006).

Untuk itu diharapkan pemerintah terus melakukan pengembangan terhadap energi-energi terbarukan dan bahan bakar alternatif. Energi biomassa yang baik untuk lingkungan dan dapat membantu perekonomian masyarakat di bidang pertanian dapat dijadikan sebagai bahan bakar alternatif karena banyak negara telah berusaha untuk mengembangkannya sehingga tidak harus

bergantung pada bahan bakar fosil. Biomassa salah satu yang menjadi trend sebagai bahan bakar saat ini adalah bioethanol yang dapat diperbarui karena dapat berasal dari tanaman. Bioethanol adalah sejenis cairan yang mudah terbakar, tanpa warna, dan merupakan cairan yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Bioethanol merupakan bahan bakar yang paling sedikit menghasilkan polusi, aman, dan memiliki titik nyala yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar fosil (Junipitoyo, 2019). Bioethanol tersebut juga dapat meningkatkan performa mesin yang lebih baik dan dapat digunakan untuk motor bensin guna mendapatkan angka oktan yang lebih tinggi. Agar bioethanol berubah menjadi pengganti bahan bakar alternatif yang mudah terbakar, banyak penelitian telah diarahkan untuk pengembangan pada bioethanol tersebut.

Karena dapat dicampur langsung di dalam tangki bahan bakar, diinjeksikan ke dalam ruang bakar untuk meningkatkan performa mesin, bioethanol memiliki banyak keunggulan dibandingkan bahan bakar fosil. Bahan-bahan ini diperoleh dari aset berkelanjutan yang tak terbatas sebagai tumbuhan atau biomassa yang sangat berkembang yang mengandung gula, pati atau selulosa. Menggabungkan bioethanol dengan sumber energi tak terbarukan di tangki motor dapat memperluas keberadaan pasokan bahan bakar yang lebih besar, menjamin keamanan dalam pasokan bahan bakar, dan selanjutnya dalam pembakaran terjadi kenaikan efisiensi.

Berdasarkan jurnal penggunaan Bioethanol mampu meningkatkan performa sepeda motor yang diperoleh seperti berikut ini : Saat menggunakan bahan bakar campuran ethanol 30% menghasilkan daya 7,47 HP, sedangkan saat menggunakan bahan bakar 100% Pertamina, dihasilkan daya 7,14 HP. Saat menggunakan bahan bakar 100% Pertamina, mendapati torsi optimal yang dihasilkan mencapai 6,20 Nm, Jika dilihat dari jarak yang lebih jauh, konsumsi bahan bakar E30 lebih irit dibanding bahan bakar Pertamina, E10 maupun E20 (Prasetyo dkk., 2019).

Sedangkan menggunakan Pertamina 92, daya sebesar 3,40 HP diperoleh pada putaran 2000 rpm. Campuran bioethanol-pertamax 92, yaitu E30 sebaliknya memiliki daya tertinggi sebesar 12,47 HP. Demikian, campuran di

atas 30% didapati daya yang dihasilkan berkurang karena bioetanol masih mengandung air dan proporsi udara dan bahan bakar terlalu rendah (Susilo & Sabudin, 2018).

Maka dari itu persentase campuran bensin bioetanol yang lebih tinggi membuat pembakaran yang lebih sempurna sehingga meningkatkan efisiensi kinerja motor. Hingga batas tertentu saja penambahan bioetanol dengan bensin dapat memaksimalkan kinerja motor tersebut jikalau digunakan kombinasi campuran tersebut melebihi batas kondisi tertentu maka akan berdampak merugikan bagi komponen mesin yang mana akan menimbulkan korosi dalam jangka waktu panjang dan berpotensi menimbulkan kebocoran akibat dari sifat bioetanol yang korosif tinggi.

Kekurangan akan bahan bakar alternatif yang belum dikembangkan secara sempurna, dimana ketidakmampuannya ketika pemakaian dalam jumlah banyak pada ruang pembakaran motor ataupun perlunya divariasikan dengan bahan bakar minyak, tentu saja masih menjadi masalah untuk lingkungan sekitar terkait emisi gas buang dan juga kinerja mesin motor tersebut. Oleh karena itu, dimungkinkan untuk memasukkan bahan tambahan yang berasal dari sumber daya alam terbarukan, seperti air murni, dengan atom hidrogen dan oksigen sebagai konstituen utamanya, untuk mengatasi masalah ini. Bahan bakar alternatif hidrogen dengan sifat keunggulan beroktan tinggi dan tanpa menyebabkan polusi. Senyawa oksigen disini menjadikan struktur ikatan hidrogen yang lebih seimbang. Pada saat proses reaksi pembakaran menjadikannya sebagai oksidator dengan fungsi mempercepat proses pembakaran sehingga menjadi lebih sempurna. Gas hidrogen sangat mudah terbakar di udara bebas.

Berdasarkan jurnal penggunaan HHO mampu meningkatkan performa sepeda motor yang diperoleh seperti berikut ini : Dengan kombinasi jenis gas 50 mL/menit pada bahan bakar oktan 90 menghasilkan daya sebesar 5,24 HP. Untuk pencampuran gas 100 mL/menit pada kecepatan motor yang sama menghasilkan daya sebesar 5,48 HP. Sebaliknya, campuran gas 50 mL per menit pada putaran 5500 RPM berbahan bakar oktan 92 menghasilkan daya 3,66 HP. Pada putaran mesin yang sama, penambahan 100 mL gas per menit

meningkatkan daya menjadi 5,12 HP. Semakin besar tenaga mesin, semakin sedikit bahan bakar yang digunakan (Aditya Pratama, 2022).

Berdasarkan hasil eksperimen dan yang telah dibahas di atas, diperkirakan bahwa dengan menambahkan gas HHO ke dalam sistem pembakaran, dapat mengembangkan lebih lanjut proses *combustion* yang kurang sempurna sehingga penggunaan bahan bakar dapat dikurangi hingga 25% (Harman & Ahyar, 2019).

Pemanfaatan gas HHO sebagai penyokong bahan bakar dapat mengurangi penggunaan bensin motor hingga 34% dan dapat menurunkan kandungan 15% NO_x, 18% CO dan 14% HC dalam gas buang (El-Kassaby dkk., 2016). Karena gas hidrogen yang dihasilkan oleh elektrolisis bebas emisi, telah diuji secara ekstensif sebagai alternatif bahan bakar saat ini.

Maka dari itu penelitian ini dilakukan dengan maksud adalah untuk meningkatkan kualitas performa mesin seperti bahan bakar yang bermutu sehingga menghasilkan pembakaran sempurna agar terciptanya lingkungan bebas polusi dan membantu penghematan bahan bakar minyak yang mulai menipis beberapa tahun kedepan. Dengan penelitian yang dilakukan diharapkan mampu menghasilkan mesin yang lebih efisien dengan kinerja yang lebih baik seperti peningkatan nilai torsi dapat menurunkan penggunaan fosil *fuel*. Penambahan gas HHO pada mesin sepeda motor Shogun 125 cc tahun 2004 tanpa modifikasi sebagai penyempurnaan dari Bioethanol 30% (E30) dengan menggunakan bensin pertamax yang memiliki oktan 92 seperti yang kita ketahui akan kurang baik apabila dipakai untuk waktu yang lama, akan sering mengakibatkan ketukan dan menurunkan output mesin. Oleh karena itu penelitian dilakukan oleh penulis dengan memanfaatkan proses elektrolisis air dengan menggunakan generator HHO / Hidrogen *fuel cell*.

1.2 Rumusan Masalah

Perincian masalah dalam penelitian ini berdasarkan gambaran landasan di atas adalah sebagai berikut.

1. Kondisi kinerja sepeda motor shogun tahun 2004 berbahan bakar pertamax.
2. Bagaimana dampak penggunaan gas HHO berbahan bakar pertamax terhadap performa sepeda motor motor 4 langkah.
3. Bagaimana dampak penggunaan gas HHO pada campuran bahan bakar ethanol 30% dan pertamax 70% terhadap performa sepeda motor 4 langkah.

1.3 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini penulis mempunyai keterbatasan masalah yang diteliti agar lebih terperinci dan tidak keluar dari inti permasalahan yang akan diujikan, antara lain yaitu:

1. Menggunakan bahan bakar berjenis pertamax (RON 92) yang beredar dipasaran dan telah diproduksi oleh Pertamina.
2. Objek yang diuji menggunakan sepeda motor Shogun 125 cc dengan kondisi standar tanpa dilakukannya modifikasi.
3. Menggunakan pertamax 100% dan berbahan bakar campuran dengan variasi pertamax-ethanol 30%.
4. Unjuk kerja dengan parameter yang diukur antara lain: torsi (T), daya (hp), *brake specific fuel consumption* (BSFC), dan efisiensi thermal (η_t).
5. Reaksi kimia dan reaksi elektrolisis proses generator HHO tidak akan dibahas lebih detail.

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut adalah tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah:

1. Menganalisa kondisi kinerja sepeda motor tahun 2004 menggunakan bahan bakar pertamax.
2. Menganalisa dampak penggunaan gas HHO berbahan bakar pertamax terhadap kinerja sepeda motor 4 langkah.
3. Menganalisa dampak penggunaan gas HHO pada campuran bahan bakar pertamax 70% dan ethanol 30% terhadap kinerja sepeda motor 4 langkah.

1.5 Manfaat Penelitian

Diharapkan pembaca dapat mengambil manfaat dari penelitian berikut ini:

1. Diharapkan dapat memberikan wawasan yang baru mengenai analisis penggunaan gas HHO dan Bioethanol untuk penyempurnaan reaksi pembakaran.
2. Menjadikan solusi alternatif untuk meningkatkan performa sepeda motor 4 langkah seperti penghematan energi fosil yang cadangannya tidak terbarukan, serta peningkatan torsi, daya, dan efisiensi thermal dari mesin.
3. Sebagai bahan rujukan pengembangan energi hidrogen kedepannya dengan memanfaatkan air secara maksimal dimana sumbernya di Indonesia yang berlimpah, dengan cara elektrolisis menggunakan generator HHO.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya Pratama¹, A. F. (2022). Seminar Nasional Inovasi Teknologi Seminar Nasional Inovasi Teknologi UN PGRI Kediri , 23 Juli 2022. 156–161.
- Arends & Berenschot. (1980). Motor Bensin. Erlangga.
- Arif, A. Bin, Budiyanto, A., Diyono, W., Hayuningtyas, M., Richana, N., & Marwati, T. (2018). Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Enzim Selulase: Xilanase Terhadap Produksi Bioetanol dari Tongkol Jagung. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 13(3), 107. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v13n3.2016.107-114>
- El-Kassaby, M. M., Eldrainy, Y. A., Khidr, M. E., & Khidr, K. I. (2016). Effect of hydroxy (HHO) gas addition on gasoline engine performance and emissions. *Alexandria Engineering Journal*, 55(1), 243–251. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2015.10.016>
- Fitroh, A., Anggraini, W., Budi, R., & Pangesti, C. (2022). Kajian Teknoekonomi Bioetanol Berbahan Molasses Sebagai Alternatif Substitusi BBM. 6(April 2021), 61–72.
- Gupta, H. N. (2006). *Fundamentals of Internal Combustion Engines*. PHI Learning. ISBN 81-203-2854-X, 169–173.
- Harman, H., & Ahyar, A. (2019). Design of HHO Generator to Reduce Exhaust Gas Emissions and Fuel Consumption of Non-Injection Gasoline Engine. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 4(1), 9–17. <https://doi.org/10.21831/dinamika.v4i1.24276>
- Hendayana, S. (2006). *Kimia Pemisahan Metode Kromatografi dan Elektroforesis Modern*. PT Remaja Rosdakarya.
- Junipitoyo, B. (2019). Pengaruh Campuran Bioethanol Pada Peralite Terhadap Torsi Dan Daya Piston Engine 1 Silinder. *Jurnal Penelitian*, 4(3), 40–48. <https://doi.org/10.46491/jp.v4e3.380.40-48>
- Ke Zhang, Guoxiang Zheng, Kaelin Saul, Yinping Jiao, Zhanguo Xin, D. W. (2017). Evaluation of the multi-seeded (msd) mutant of sorghum for ethanol production, *Industrial Crops and Products*,.
- Khairiah, H., Ridwan, M., Kampar, P., Tengku Muhammad, J. K., Kab Kampar Riau, B., & Korespondensi, P. (2021). Pengembangan Proses Pembuatan Bioetanol Generasi II dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Development Of Process for Making Bioethanol Generation II from Palm Oil Empty Fruit Bunches Waste. 9(4), 233–240.
- Kusumo, F., A.H. Sebayang, H.H. Masjuki, Hwai Chyuan Ong, S. Dharma, A.S. Silitonga, J. M. (2017). Optimization of bioethanol production from sorghum grains using artificial neural networks integrated with ant colony.

- Matondang, I. S. (2018). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Jenis Premium, Pertalite Dan Pertamina Yang Terpasang Pada Sepeda Motor 125CC. Repository Universitas Medan Area, 1–82. <http://repository.uma.ac.id/handle/123456789/11403>
- Nofendri, Y. (2018). Pengaruh Penambahan Aditif Etanol Pada Bensin Ron 88 Dan Ron 92 Terhadap Prestasi Mesin. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 5(1), 33–39. <https://doi.org/10.21009/jkem.5.1.6>
- Prasetyo, I., Sarjito, S., & Effendy, M. (2019). Analisa Performa Mesin Dan Kadar Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dengan Memanfaatkan Bioetanol Dari Bahan Baku Singkong Sebagai Bahan Bakar Alternatif Campuran Pertalite. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 19(2), 43–54. <https://doi.org/10.23917/mesin.v19i2.5698>
- Sudirman, U. (2008). Hemat BBM dengan Air. Kawan Pustaka.
- Sugeng, M., & Mukti, Y. (2020). Analisis Perbandingan Koil Pengapian Standard Dan Koil Pengapian Aftermarket Terhadap Kinerja Sepeda Motor 4 Langkah. *Bina Teknika*, 15(2), 147. <https://doi.org/10.54378/bt.v15i2.1279>
- Sukma, R., Nofriyandi, R., & Wahyu, D. (2019). METAL : Jurnal Sistem Mekanik dan Termal Rancang Bangun Generator HHO untuk Aplikasi pada Engine 1108 Cm 3. 2, 87–93.
- Susilo, S. H., & Sabudin, A. M. (2018). Pengaruh Campuran Bioetanol – Pertamina 92 Terhadap Kinerja Motor Otto. *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 1(02), 21–26. <https://doi.org/10.33795/jetm.v1i02.21>
- Syahrani, A. (2006). Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi. *SMARTek*, 4(4), 260–266.
- Syaifuddin, F. (2017). Performansi Electrolyzer Dry Cell Pada Beberapa Jenis Material Elektroda Dan Jumlah Pelat Netral.
- Wiratmaja, I. (2010). Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 4(1), 10.
- Y.A. Cengel & M.A. Boles. (2006). *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 5th ed, McGraw-Hill. *Journal of Latinos and Education*, 9(5), 574. <https://doi.org/10.1080/15348430701826941>
- Yudistirani, S., Yudistirani, S. A., Mahmud, K. H., Ummay, F. A., & Ramadhan, A. I. (2019). Analisa Performa Mesin Motor 4 Langkah 110Cc Dengan Menggunakan Campuran Bioetanol-Pertamax. *Jurnal Teknologi*, 11(1), 85–90. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/view/3889>