

**UNJUK KERJA MESIN BENSIN SISTEM DUAL FUEL MENGGUNAKAN
PERTAMAX-BIOGAS HASIL PURIFIKASI
KALSIUM HIDROKSIDA (Ca(OH)_2)**

SKRIPSI



Oleh:
ISMAWAN NURAHMAN
NPM. 13520024

TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO
2021



**UNJUK KERJA MESIN BENSIN SISTEM DUAL FUEL MENGGUNAKAN
PERTAMAX-BIOGAS HASIL PURIFIKASI
KALSIUM HIDROKSIDA (Ca(OH)_2)**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Tugas Akhir (Skripsi)

Oleh:

ISMAWAN NURAHMAN

NPM. 13520024

**TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH METRO
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi oleh **Ismawan Nurahman** ini,
Telah diperbaiki dan di setujui untuk di uji.

Metro, 29 Januari 2021

Pembimbing I,



Mafruddin, S.T.,M.T.
NIDN. 0215019001

Pembimbing II,



Dwi Irawan, S.T.,M.T
NIDN. 0231128602

Ketua Jurusan Teknik Mesin,



ASRONI, S.T.,M.T.
NIDN. 0215019001

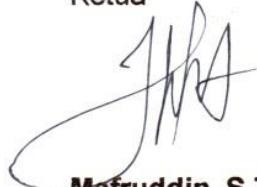
HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi oleh **Ismawan Nurahman** ini,

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Pada 29 Januari 2021.

Tim Penguji:

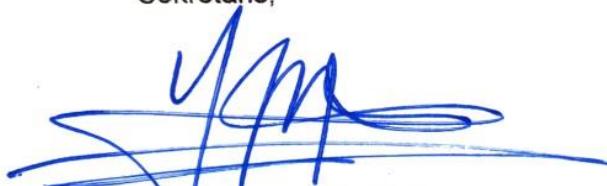
Ketua



Mafruddin, S.T.,M.T.

NIDN. 0215019001

Sekretaris,



Dwi Irawan, S.T.,M.T

NIDN. 0231128602

Penguji Utama,



Kemas Ridhuan, S.T.,M.Eng

NIDN. 0210096904

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik,



Kemas Ridhuan, S.T.,M.Eng

NIDN. 0210096904



UNIT PUBLIKASI ILMIAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
METRO



SURAT KETERANGAN UJI KESAMAAN (SIMILARITY CHECK)

Nomor: 1843/II.3.AU/F/UPI-UK/2021

Unit Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Metro dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : ISMAWAN NURAHMAN
NPM : 13520024
Jenis Dokumen : SKRIPSI

Judul :

UNJUK KERJA MESIN BENSIN SISTEM DUAL FUEL MENGGUNAKAN PERTAMAX-BIOGAS HASIL PURIFIKASI KALSIUM HIDROKSIDA (Ca(OH)₂)

Telah dilakukan validasi berupa Uji Kesamaan (*Similarity Check*) dengan menggunakan aplikasi *Tumitin*. Dokumen yang telah diperiksa dinyatakan telah memenuhi syarat bebas uji kesamaan (*similarity check*) dengan persentase kesamaan $\leq 20\%$. Hasil pemeriksaan uji kesamaan terlampir.

Demikian kami sampaikan untuk digunakan sebagaimana mestinya.



Alamat:

Jl. Ki Hajar Dewantara No.116
Irungmulyo, Kec. Metro Timur Kota
Metro, Lampung, Indonesia

Website: www.upi.ummetro.ac.id
E-mail: upi@ummetro.ac.id

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini saya:

Nama : Ismawan Nurahman
NPM : 13520024
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "UNJUK KERJA MESIN BENSIN SISTEM DUAL FUEL MENGGUNAKAN PERTAMAX-BIOGAS HASIL PURIFIKASI KALSIUM HIDROKSIDA (Ca(OH)2)" benar hasil karya saya bukan hasil plagiat. apabila dikemudian hari terdapat unsur plagiat dalam skripsi tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik Sarjana Teknik dan akan mempertanggungjawabkan secara hukum.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya.

Metro, Februari 2021

Yang membuat Pernyataan,



6000
ENAM RIBU RUPIAH
Ismawan Nurahman
NPM. 13520024

ABSTRAK

Nurahman, Ismawan. 2021. Unjuk Kerja Mesin Bensin Sistem Dual Fuel Menggunakan Pertamax dan Biogas Hasil Purifikasi Kalsium Hidroksida (Ca(OH)_2). Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro. Pembimbing (1)Mafruddin, S.T., M.T., Pembimbing (2) Dwi Irawan, S.T., M.T.

Biogas merupakan bahan bakar non fosil dan termasuk kedalam energi terbarukan, yang dapat dijadikan bahan bakar alternatif pengganti BBM yang semakin lama semakin menipis akibat penggunaan kendaraan yang semakin menyebar luas dikalangan masyarakat. Biogas dihasilkan dari fermentasi anaerobik dari bahan organik, biogas dapat diproduksi dari limbah pasar, industri, kotoran hewan dan lain sebagainya, sebelum digunakan untuk bahan bakar motor perlunya dilakukan purifikasi untuk meningkatkan kandungan metana serta menurunkan kandungan gas CO₂. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penggunaan bahan bakar biogas yang telah melalui proses purifikasi menggunakan kalsium hidroksida (Ca(OH)_2) guna untuk meningkatkan unjuk kerja motor bakar bensin. Metode yang digunakan adalah pembuatan dan pengujian motor bakar dengan variasi laju aliran biogas 1 lpm, 2 lpm dan 3 lpm dan variasi putaran mesin 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm. Pada penelitian ini didapatkan hasil daya terbesar pada putaran mesin 3500 rpm pada bahan bakar Pertamax dengan campuran biogas 1lpm sebesar 522,3902 watt, serta torsi terbesar pada putaran mesin 2500 rpm dan pada bahan bakar pertamax dengan campuran biogas 3 lpm yaitu sebesar 25,26075 N.m.

Kata Kunci : Motor bensin, purifikasi, biogas.

ABSTRACT

Nurahman, Ismawan. 2021. A dual fuel gasoline engine's performance using Pertamax and biogas from the purification of calcium hydroxide ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). An Undergraduate Thesis, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Muhammadiyah University of Metro. Advisors (1) Mafruddin, S.T., M.T., Advisors (2) Dwi Irawan, S.T., M.T.

Biogas is a non-fossil fuel and is included in renewable energy, which can be used as an alternative fuel to replace fuel, which is getting depleted due to the increasingly widespread use of vehicles among the public. Biogas is produced from the anaerobic fermentation of organic matter. Biogas can be made from the market, industrial waste, animal manure, and so on. Before it is used for motor fuel, it is necessary to carry out purifications to increase the methane content and reduce the CO₂ gas content. This research aims to determine the effect of using biogas fuels that have started the process of purification using calcium ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), in order to promote gasoline-fuel motor display. The method used is the manufacture and testing of a combustion motor with variations in the flow rate of 1 lpm, 2 lpm, and 3 lpm of biogas and variations in engine speed of 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm. In this study, the most significant power was obtained at 3500 rpm engine speed at Pertamax fuel with 1lpm biogas mixture of 522.3902 watts. The most considerable torque at 2500 rpm engine speed and Pertamax energy with 3 lpm biogas mixture is 25.26075 N.m.

Keywords:Gasoline motor, Purification, Biogas.

MOTTO

“Selama kita masih punya tekad yang terpelihara dalam semangat, maka tiada kata terlambat untuk memulai sebuah awal yang baru”

(Ismawan Nurahman)

“Membiasakan diri untuk menyelesaikan sesuatu hal yang sudah kita mulai, karena jika semua orang menyerah disaat titik tersulit, maka tidak ada orang yang sukses sampai hari ini”

(Ismawan Nurahman)

“Jadilah seperti akar, meski tak terlihat dan sering di injak ia tetap tulus menguatkan batang dan menghidupi daun dan bunganya”

(Ismawan Nurahman)

PERSEMBAHAN

Skripsi ini dibuat sebagai tanda bukti penulisan kepada:

1. Kedua orang tua ku (Bapak Bajuri alm dan Ibu Sriatun) yang terlalu mendo'akan dan memberi semangat serta nasehat demi keberhasilan studiku.
2. Yang tersayang istriku (Eka Septiana) yang selalu memberikan semangat demi keberhasilanku.
3. Yang tercinta untuk semua kakak ku (Eka Esmawati, Isparmi dan Istiani) yang telah memberikan motivasi dan do'anya untuk menyelesaikan skripsi ini.
4. Semua keluarga besar ku yang selalu medukungku.
5. Kepada Bapak Ibu dan Dosen Fakultas Teknik khususnya kepada Bapak pembimbing 1 Bapak Mafruddin, M.T dan Bapak pembimbing 2 Bapak Dwi Irawan, M.T yang telah banyak membantu terselesaiannya penulisan skripsi ini.
6. Kepada rekan-rekan (Zakaria Ahmad, Agus Subakti, Dkk) yang telah membantu dalam penelitian dan penyusunan skripsi ini.
7. Almamater Universitas Muhammadiyah Metro.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum. Wr. Wb.

Segala puji syukur penulisan ucapan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berwujud **Unjuk Kerja Mesin Bensin Sistem Dual Fuel Menggunakan Pertamax-Biogas Hasil Purifikasi Kalsium Hidroksida (Ca(OH)_2)**. Sebagaimana proposal ini menjadi salah satu syarat akademik yang harus ditempuh mahasiswa untuk menyelesaikan Skripsi pada Jurusan Teknik Program Strata 1 di Universitas Muhammadiyah Metro.

Pada kesempatan ini penulis ingin sekali menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, dukungan dan semangat kepada penulis selama penyusunan Skripsi ini. Untuk itu, penulis dengan ketulusan hati mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

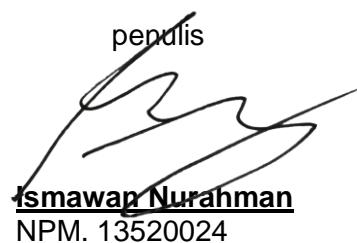
1. Bapak Drs.H.Jazim Ahmad, M.Pd Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Metro.
2. Bapak Kemas Ridhuan, S.T.,M.Eng, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.
3. Bapak Asroni, M.T., Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.
4. Bapak Mafruddin, M.T., Selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan Skripsi ini.
5. Bapak Dwi irawan, M.T. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan dalam penyusunan Proposal ini.

6. Bapak dan ibu dosen serta Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.
7. Bapak dan ibu beserta saudara-saudara dari penulis yang telah banyak memberikan dukungan berupa doa, dorongan dan semangat selama melaksanakan praktik kerja lapangan.
8. Teman-teman Mahasiswa/i Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan baik isi maupun penulisan. Sehingga penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini.

Wasalamualaikum. Wr. Wb.

Metro, 29 Januari 2021



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Ismawap Nurahman". Above the signature, the word "pendlis" is written vertically. Below the signature, the text "NPM. 13520024" is printed.

pendlis
Ismawap Nurahman
NPM. 13520024

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN LOGO	ii
HALAMAN JUDUL	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	viii
HALAMAN MOTTO	ix
HALAMAN PERSEMBAHAN	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penulisan	4
D. Batasan Masalah	4

BAB II LANDASAN TEORI

A. Penelitian Terdahulu	5
B. Energi	8
1. Energi Terbarukan	9
a. Matahari.....	9
b. Tumbuhan	9
c. Angin	10
d. Air	10
e. Panas Bumi	10
f. Bio-Fuel	11
g. Bio-Massa.....	11
2. Energi Tidak Terbarukan	11
a. Minyak Mentah.....	11
b. Gas	11
c. Bahan Bakar Nuklir	11

d. Sumber Energi Mineral Alam	12
e. Sumber Energi Dari Hasil Fosil.....	12
C. Bahan Bakar	12
1. Jenis-Jenis Bahan Bakar	12
a. Bahan Bakar Cair (BBM).....	12
1) Premium	13
2) Kerosin	13
3) Solar	13
4) Avtur	13
5) Residual fuel oil	14
6) Minyak Pelumas	14
7) Gemuk	14
8) Kokas (Petroleum Coke).....	14
2. Bahan Bakar Padat.....	14
a. Batu Bara	14
b. Kayu Bakar.....	15
3. Bahan Bakar Gas.....	15
a. LPG	15
b. Biogas.....	15
D. Purifikasi	16
1. Zeolit.....	16
2. Kalsium Hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)	17
3. Natrium Hidroksida (NaOH)	17
E. Motor Bakar.....	17
1. Motor Pembakaran Dalam (<i>Internal Combustion Engine</i>)	18
2. Motor Pembakaran Luar (<i>External Combustion Engine</i>)	18
F. Motor Bakar Bensin.....	19
1. Motor Bensin 4 Langkah	20
a. Langkah Isap.....	20
b. Langkah Kompresi	20
c. Langkah Kerja/Ekspansi	21
d. Langkah Pembuangan.....	21
2. Motor Bensin 2 Langkah	21
a. Langkah Pengisapan	22
b. Langkah Kompresi	22

c.	Langkah Kerja/Ekspansi	22
d.	Langkah Buang	22
G.	Bahan Bakar Bensin	22
1.	Premium	23
2.	Pertalite	23
3.	Pertamax	23
H.	Karakteristik Bahan Bakar Bensin	24
1.	Volatilitas	24
2.	Nilai Oktan	24
3.	Korosivitas	25
4.	Kandungan Aditif	25
I.	Sistem Dual Fuel	26
1.	Prinsip Kerja Sistem Dual Fuel	26
J.	Kinerja Motor Bensin	27
1.	Torsi	27
2.	Daya	27
3.	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)	27
K.	Emisi Gas Buang	28
1.	Karbon Monoksida (CO)	29
2.	Karbondioksida (CO ₂)	29

BAB III METODE PENELITIAN

A.	Waktu dan Tempat Penelitian	30
B.	Alat dan Bahan	30
1.	Alat	30
a.	Alat Uji Motor Bakar Bensin	30
b.	Drum Plastik	31
c.	Keras Gas	31
d.	Selang	31
e.	Tabung Paralon	32
f.	Klem Selang	32
g.	Gelas Takar	32
h.	Kamera	33
2.	Bahan-Bahan	33
a.	Bahan Bakar Pertamax	33
b.	Kalsium Hidroksida	34

C. Spesifikasi Alat Uji	34
1. Spesifikasi Alat Uji Motor Bakar Bensin	34
a. Mesin Motor Honda Revo Lama	34
2. Variasi Bahan Bakar	35
D. Prosedur Penelitian	35
1. Langkah Pembuatan Bahan Uji	35
2. Langkah Pengujian	36
3. Instrumen Pengambilan Data dan Analisis Data	36
a. Skema Penelitian	36
b. Diagram Alir Penelitian	37

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian Kinerja Motor Bakar Bensin	38
B. Hasil Perhitungan Kinerja Motor Bakar Bensin	39
1. Torsi (T)	40
2. Daya (P)	40
3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)	41
4. Karbon Monoksida (CO)	42
5. Karbondioksida (CO ₂)	44
C. Pembahasan	45
1. Torsi (T)	45
2. Daya (P)	47
3. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)	48
4. Emisi Gas Buang	48
a. Karbonmonoksida (CO)	49
b. Karbondioksida (CO ₂)	49

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	51
B. Saran	51

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema Gerakan Torak 4 Langkah	20
Gambar 2. Skema Gerakan Torak 2 Langkah	21
Gambar 3. Alat Uji Motor Bakar Bensin	30
Gambar 4. Drum Plastik	31
Gambar 5. Keran Gas	31
Gambar 6. Selang	31
Gambar 7. Tabung Paralon	32
Gambar 8. Klem Selang	32
Gambar 9. Gelas Takar	32
Gambar 10. Kamera	33
Gambar 11. Pertamax	33
Gambar 12. Kalsium Hidroksida (Ca(OH)_2)	34
Gambar 13. Grafik Torsi Terhadap Setiap Bahan Bakar	46
Gambar 14. Grafik Daya Terhadap Setiap Bahan Bakar	47
Gambar 15. Diagram Batang Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (SFC)	48
Gambar 16. Grafik Karbonmonoksida (CO)	49
Gambar 17. grafik Karbondioksida (CO_2)	50

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Motor Honda Revo	34
Tabel 2. Spesifikasi Dinamometer Tipe Cakram	35
Tabel 3. Sensor Alat Uji Motor Bakar Bensin	35
Tabel 4. Karakteristik Bahan Bakar Bensin dan Biogas	38
Tabel 5. Hasil Penelitian	39
Tabel 6. Hasil Data Perhitungan Torsi Pada Bahan Bakar	40
Tabel 7. Hasil Data Perhitungan Daya pada Bahan Bakar	41
Tabel 8. Sifat dan Karakteristik Bahan Bakar Bensin Campuran Biogas .	41
Tabel 9. Hasil Data Penilaian Laju Aliran Bahan Bakar	42
Tabel 10. Hasil Data Perhitungan Torsi, Daya, dan Konsumsi Bahan Bakar	42
Tabel 11. Hasil Data Penelitian Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO)	43
Tabel 12. Hasil Data Penelitian Emisi Gas Buang Karbondioksida (CO ₂)	44