Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
5 (3) 2025, Page: 30003-30012

Emisi Gas Buang Pada Mesin Honda GX 160 Menggunakan Bahan Bakar Bioethanol

Fido Delfri Tamasya[1], Yolli Fernanda[2], Arwizet. K[3], Dori Yuvenda[4]
[1,2,3,4]Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang
Corresponding Author: Fido Delfri Tamasya, e-mail: fidodelfri@gmail.com

Published: October , 2025

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan bahan bakar bioethanol terhadap emisi gas buang mesin bensin tipe Honda GX 160. Pengujian dilakukan dengan tiga variasi bahan bakar, yaitu Pertalite 100% (B0), campuran Pertalite–Bioethanol 50:50 (B50), dan Bioethanol 100% (B100). Parameter emisi yang diuji meliputi kadar karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), karbon dioksida (CO_2), dan oksigen (O_2) menggunakan alat *Four Gas Analyzer* merk Capelec. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan bioethanol mampu menurunkan kadar CO dan HC secara signifikan dibandingkan dengan Pertalite murni, menandakan bahwa pembakaran berlangsung lebih sempurna dan ramah lingkungan. Campuran B50 menghasilkan keseimbangan terbaik dengan kadar CO rendah (0,07–0,61%) dan HC menurun hingga 157 ppm pada 3000 rpm, serta kadar O_2 relatif tinggi (8,71–12,78%), yang menunjukkan pembakaran mendekati kondisi lean. Sebaliknya, kadar CO_2 meningkat seiring dengan peningkatan efisiensi pembakaran, dengan nilai tertinggi sebesar 7,9% pada B50 dan 7,4% pada Pertalite murni. Secara keseluruhan, bioethanol terbukti meningkatkan kualitas pembakaran dengan menurunkan emisi berbahaya, sehingga berpotensi sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan dapat digunakan pada mesin pembakaran dalam tanpa modifikasi besar.

Kata kunci: Emisi Gas Buang, Bioethanol, Honda GX 160, Karbon Monoksida, Pembakaran Bersih.

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Kondisi energi di Indonesia saat ini masih kebanyakan menggunakan energi fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam sebagai sumber utama energi primer. Energi fosil ini memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap sektor transportasi, industri, dan pembangkit listrik. Namun demikian, ketergantungan yang tinggi terhadap energi fosil menghadapi tantangan serius karena sifatnya yang tidak terbarukan dan terus menipis dari tahun ke tahun (Setyono & Kiono, 2021). Berdasarkan proyeksi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), cadangan minyak bumi Indonesia hanya mampu mencukupi kebutuhan hingga sekitar 9 tahun, dan gas bumi sekitar 20 tahun ke depan jika tidak ditemukan cadangan baru (Anditya et al., 2024).

Seiring dengan bertambahnya populasi dan pertumbuhan ekonomi, kebutuhan energi nasional pun terus mengalami peningkatan yang signifikan setiap tahunnya. Kebutuhan ini terutama didorong oleh peningkatan konsumsi di sektor transportasi dan industri. Dalam skenario Business as Usual (BAU), proyeksi kebutuhan energi di Indonesia pada tahun 2050 mencapai lebih dari 400 juta ton setara minyak (TOE), meskipun secara persentase, pangsa energi fosil terhadap total energi primer diperkirakan menurun (ERIA, 2022). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ada upaya diversifikasi energi, ketergantungan terhadap energi fosil masih tinggi dan menjadi ancaman bagi ketahanan energi nasional.

Dengan ketergantungan yang tinggi terhadap bahan bakar fosil juga menimbulkan berbagai permasalahan, terutama terkait dengan keterbatasan sumber daya serta dampak lingkungan yang ditimbulkan. Adapun permasalahan lingkungan yang berpengaruh terhadap pemakaian bahan bakar

fosil diantaranya emisi karbon dioksida dan pencemaran udara. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mencari sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

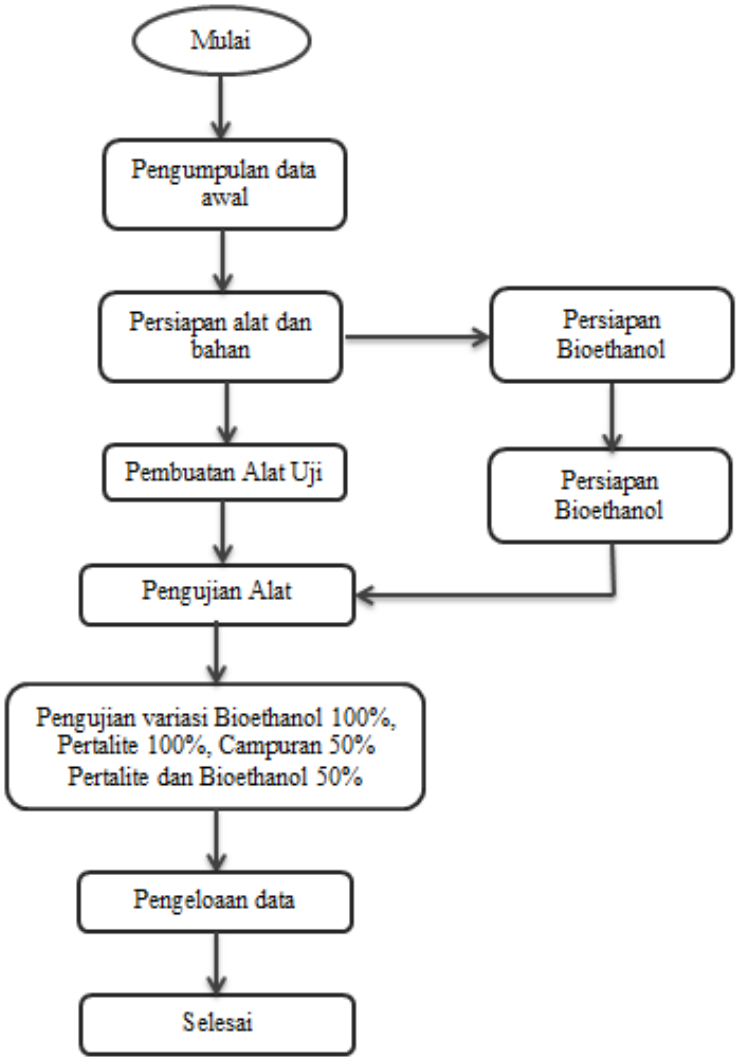
Salah satu solusi yang dapat dimanfaatkan untuk menjawab permasalahan tersebut yaitu penggunaan bioethanol sebagai bahan bakar substitusi atau campuran bagi bensin dalam ICE. Bioethanol merupakan etanol yang dihasilkan dari fermentasi biomassa, seperti tebu, jagung, singkong, serta berbagai limbah pertanian dan kehutanan (Nurcholis et al., 2022). Bioethanol diperlukan sebagai pengganti bahan bakar konvensional karena sifatnya yang lebih ramah lingkungan dan dapat diperbarui. Sebagai sumber energi terbarukan, bioethanol memiliki beberapa keunggulan dibandingkan bensin konvensional, antara lain kadar oktan yang tinggi membantu meningkatkan efisiensi pembakaran, serta potensi untuk mengurangi emisi karbon dioksida (CO_2) dan karbon monoksida (CO) dalam gas buang kendaraan (Ramly et al., 2020).

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian menggunakan metode true experimental design untuk memperoleh hasil pengujian pada engine stasioner dengan menggunakan Bioethanol. Metode True Experimental Design adalah metode penelitian eksperimen yang mengontrol variabel dengan ketat dengan tujuan untuk menentukan hubungan antara variabel bebas dan terikat (Fauzi et al., 2017). Hubungan antara variabel bebas dan variable terikat ini terdiri dari jenis bahan bakar, dan emisi gas buang yang dihasilkan mesin. Dalam pengujian penelitian ini menggunakan *Four Gas Analyzer* merk Capelec dari putaran awal 1500 Rpm hingga mencapai kecepatan putaran 3000 Rpm pada engine stasioner type Honda GX 160.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan melakukan eksperimen dalam pembuatan bioethanol dari ubi kayu dan melakukan pengujian pada Honda GX 160. Pendekatan kuantitatif menekankan pengumpulan data yang terukur dan analisis yang sistematis untuk mendapatkan hasil yang objektif (Berlianti et al., 2024). Adapun alat yang digunakan untuk melakukan pengujian pada penelitian ini adalah *Four Gas Analyzer Merk Capelec* dimana alat ini berfungsi untuk mengkur emisi gas buang pada mesin. Rangkaian proses penelitian secara rinci digambarkan dalam diagram alir pada Gambar 1.

Objek penelitian adalah mesin Honda GX 160 dengan membuat alat uji *disc brake* dilanjutkan dengan membuat rangka dari pipa stallbus dengan ukuran 2,5 mm sebanyak 2 batang. Pembuatan alat ini didasarkan pada kemudahan peneliti dalam pengujian emisi gas buang pada mesin. Pengujian emisi gas buang dilakukan dengan menggunakan variasi bahan bakar Pertalite 100%, Bioethanol 100% dan campuran Pertalite-Bioethanol 50%. Dengan melakukan uji emisi menggunakan bahan bakar bioethanol pada mesin maka, pengembangan dan penggunaan bahan bakar alternatif seperti bioethanol dapat dijadikan sebagai strategi dalam menekan emisi pencemar udara serta mendukung kelestarian lingkungan (Dinanti et al., 2024).



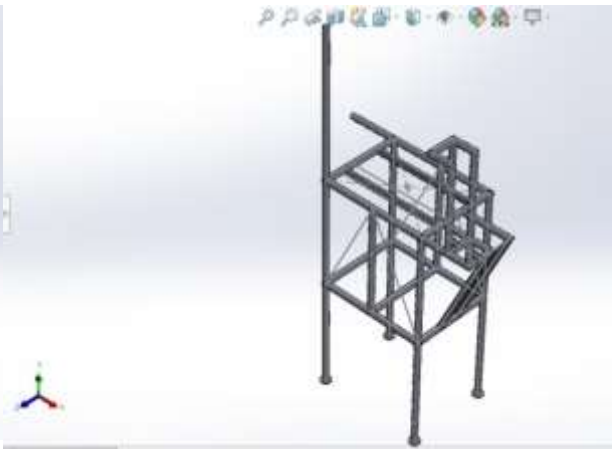
Gambar 1. Diagram alur penelitian

Desain Alat dan Alat Uji Emisi

Desain rangka dan alat uji dalam pengujian ini dapat dilihat pada gambar 2 dan 3 sebagai berikut. Alat ini didesain dengan spesifikasi tinggi rangka 80 cm, panjang 72 cm dengan lebar 35 cm yang kemudian pada rangka dipasangkan engine stasioner dan komponen lainnya pada alat uji.



Gambar 2. Desain Alat Uji



Gambar 3. Desain Rangka

Setelah melakukan desain alat, dilanjutkan dengan nmembuat alat uji dengan komponen yang sudah disiapkan sebagai alat untuk melakukan ekperimen dari pengujian alat. Berikut hasil dari alat yang digunakan dalam ekperimen. Komponen alat uji yaitu sebagai berikut :

1. Honda GX 160.
2. Kopling fleksibel.
3. Disc brake.
4. Timbangan digital (WeiHeng WH- C100).



Gambar 4. Alat Uji Engine Brake

Pengujian emisi gas buang pada Honda GX 160 dengan campuran pertalite menggunakan Gas Analizer. Alat pengukur emisi ini dengan model Capelec dirancang untuk mengetahui gas hydrocarbon (HC), Oxygen (O2), Carbon Monoksida (CO), Carbon Monoksida (CO2) yang dihasilkan pada engine.



Gambar 5. Four Gas Analyzer merk Capelec

Spesifikasi :

Tabel 1. Spesifikasi alat ukur emisi

No	Deskripsi	Spesifikasi
1.	HC	Normal resolution: 0-20.000 ppm Hexane High Resolution: 0-2000 ppm Hexana
2.	CO	0-15 %
3.	CO2	0-20 %
4.	O2	0-21,7 %
5.	Nox	0-5000 RPM
6.	Engine Speed	0,9999 RPM
7.	Oil Temperature	-5-150^{o}C
8.	Correcred CO	0-10 %
9.	Air/ Fuel coeffisient (Lamda)	0,6-1,2

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan ekperimen pengujian emisi dengan tahap awal membuat desain alat uji *disc* brake yang dilanjutkan dengan membuat rangka mesin yang kemudian diaplikasikan menggunakan Honda GX 160. Pada saat pengujian dipasangkan alat uji emisi Gas Analyzer merk Capelec dari gas buang pada saluran knalpot pada mesin saat menggunakan bahan bakar Pertalite, Bioethanol dan campuran Pertalite-Bioethanol.

Hasil

Dalam pengujian emisi pada mesin dengan variasi bahan bakar yang digunakan didapatkan data hasil emisi gas buang yang dihasilkan sebagai berikut:

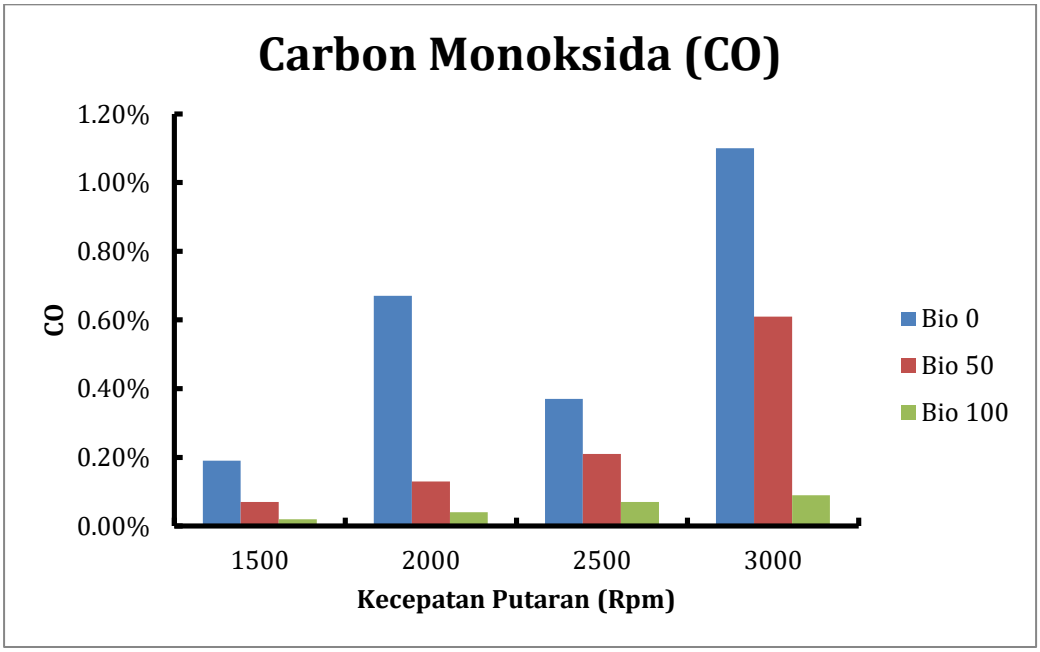
Tabel 2. Hasil Utama Emisi Gas Buang pada mesin

Bahan bakar	Emisi asap pada beban dalam Rpm (W)				
	Putaran (Rpm)	CO %	HC (ppm)	CO_2 %	O_2 %
Pertalite	1500	0,19	65	4,5	2,33
	2000	0,67	101	7,3	8,10
	2500	0,37	129	6,2	9,11
	3000	1,10	980	7,4	7,76
Bioethanol	1500	0,02	899	3,2	1,04
	2000	0,04	197	3,9	9,87
	2500	0,07	502	4,7	3,49
	3000	0,09	117	3,9	2,30
Campuran 50 %	1500	0,07	822	4,2	8,71
	2000	0,13	208	7,9	12,78
	2500	0,21	206	7,8	12,20
	3000	0,61	157	6,8	12,20

Secara keseluruhan, tabel di atas menunjukkan bahwa pada hasil pengujian emisi gas buang pada mesin Honda GX 160, terlihat bahwa penggunaan bahan bakar bioethanol dan campuran 50% pertalite–bioethanol menghasilkan emisi yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan pertalite murni.

Pembahasan

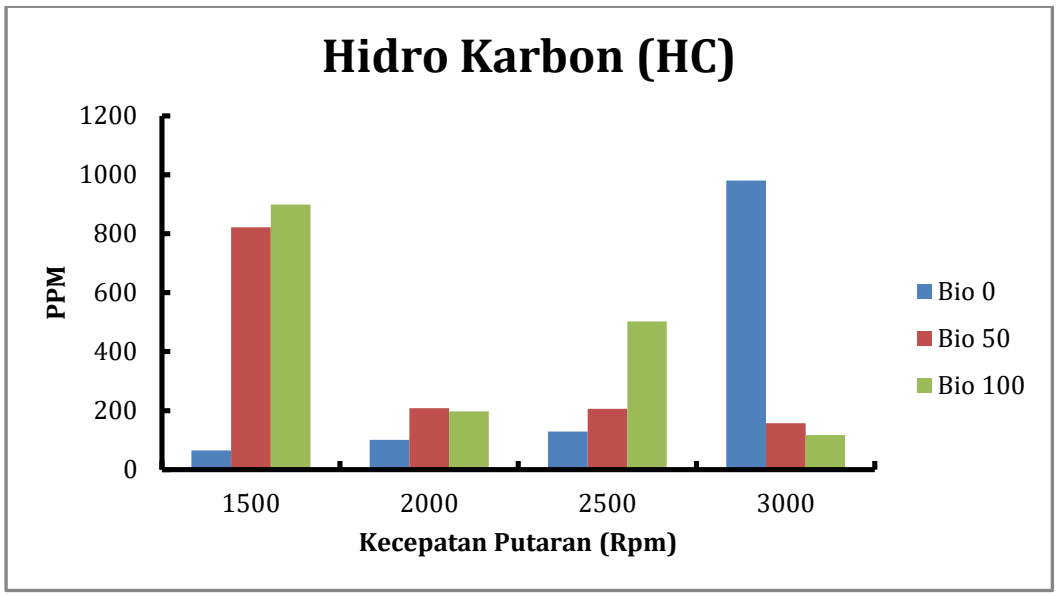
Dari hasil Tabel yang diperoleh, perbandingan emisi gas Carbon Monoksida (CO) menggunakan bahan bakar pertalite 100%, bioethanol 100% dan campuran pertalite-bioethanol 50% dapat dilihat pada grafik berikut:



Pada grafik dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kadar bioethanol dalam campuran bahan bakar, semakin rendah emisi CO yang dihasilkan mesin. Pada pengujian Nilai emisi CO pada B100 berada di bawah 0,1% untuk seluruh variasi putaran. Hal ini menunjukkan bahwa pembakaran yang terjadi pada bahan bakar bioethanol sangat efisien karena adanya kandungan oksigen tinggi dan proses pembakaran yang lebih bersih. Menurut penelitian oleh (Rifal et al., 2021), semakin besar kandungan bioethanol dalam campuran bahan bakar, maka semakin rendah pula kadar emisi CO yang dihasilkan.

Dengan hasil yang diperoleh didapatkan kesimpulan bahwa bioethanol mampu meningkatkan efisiensi pembakaran dan menghasilkan emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan. Dengan demikian, penggunaan bioethanol baik sebagai campuran maupun sebagai bahan bakar murni terbukti efektif dalam mengurangi polusi udara akibat emisi karbon monoksida, serta mendukung upaya pengembangan bahan bakar alternatif yang lebih bersih dan berkelanjutan.

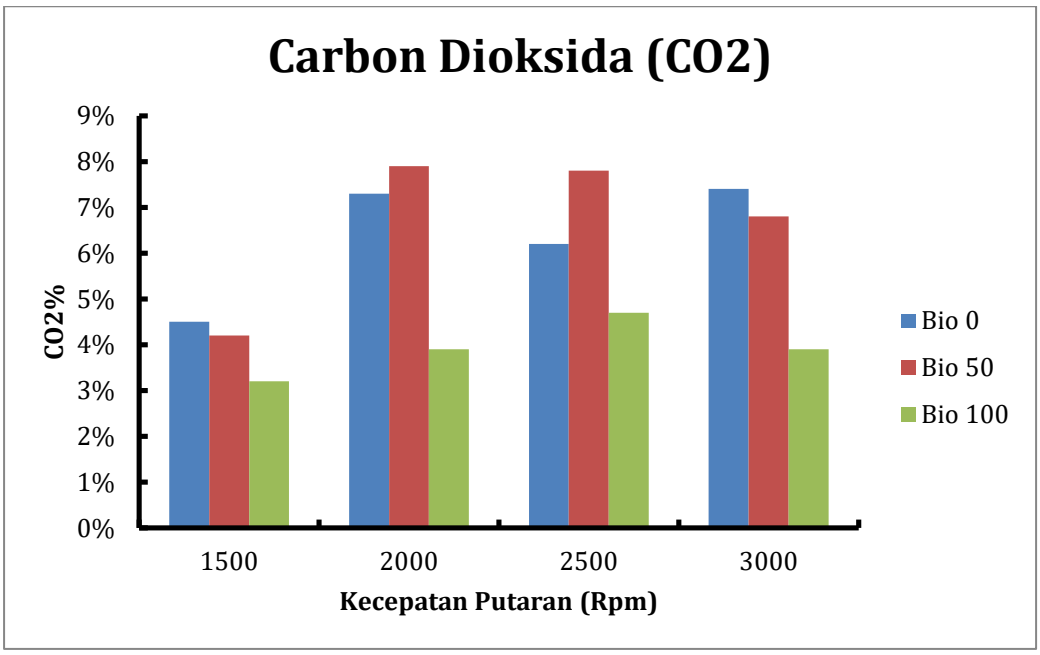
Untuk hasil emisi gas Hidro Carbon (HC) menggunakan bahan bakar pertalite 100%, bioethanol 100% dan campuran pertalite-bioethanol 50% dapat dilihat pada grafik berikut:



Hasil pengujian emisi Hidrokarbon (HC) pada mesin Honda GX 160 dengan dengan variasi bahan bakar menunjukkan bahwa peningkatan kandungan bioetanol dalam campuran bahan bakar cenderung menurunkan kadar emisi HC, khususnya pada putaran mesin menengah hingga tinggi. Hal ini sesuai dengan pada hasil pengujian di mana penggunaan bahan bakar Bio 50 dan Bio 100 menunjukkan penurunan signifikan pada nilai HC di putaran mesin 2000–3000 Rpm dibandingkan Bio 0. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Purnama et al., 2023), yang menyatakan bahwa peningkatan fraksi bioetanol dalam campuran bensin dapat menurunkan emisi hidrokarbon karena pembakaran menjadi lebih lengkap akibat peningkatan kandungan oksigen dan kestabilan nyala api.

Namun, pada putaran rendah (1500 Rpm), kadar emisi HC untuk Bio 100 justru meningkat tajam. Hal ini dapat dijelaskan melalui karakteristik fisik bioetanol yang memiliki titik didih lebih tinggi dan nilai penguapan lebih rendah dibandingkan bensin, sehingga pada suhu ruang bakar yang relatif rendah, sebagian bahan bakar tidak dapat menguap secara sempurna. Kondisi ini menyebabkan pembentukan campuran bahan bakar–udara yang tidak homogen, dan pada akhirnya meningkatkan jumlah hidrokarbon yang tidak terbakar. Oleh karena itu, penggunaan bioetanol dalam campuran bensin dengan kadar tertentu, seperti Bio 50, dapat menjadi solusi optimal untuk mengurangi emisi hidrokarbon tanpa menimbulkan permasalahan pembakaran pada putaran rendah.

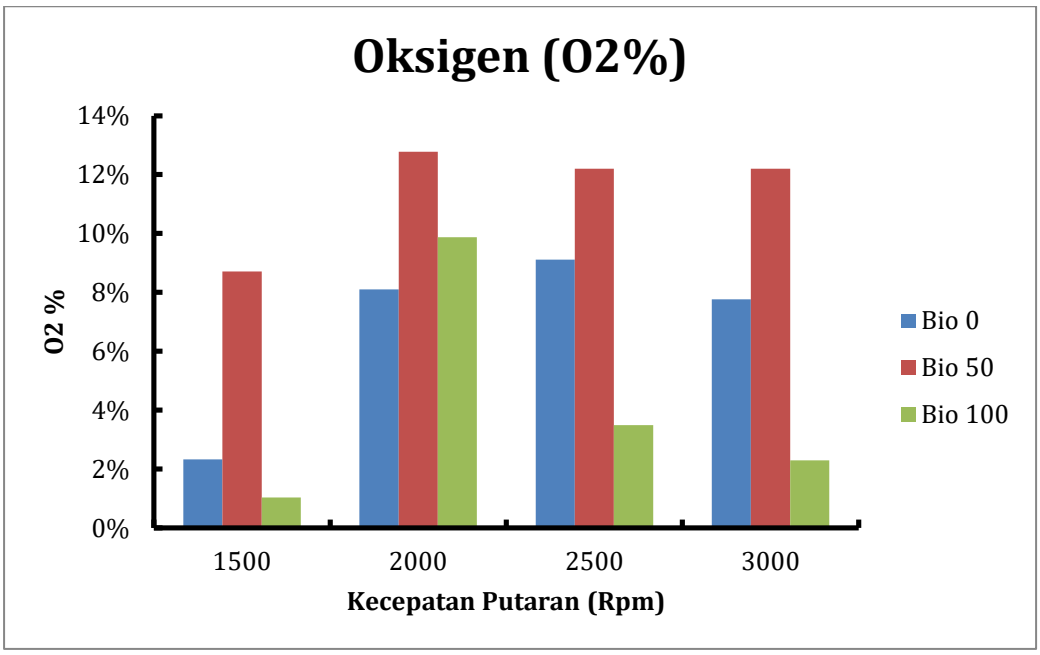
Untuk pengujian emisi Carbon Dioksida(CO_2) menggunakan bahan bakar bahan bakar pertalite 100%, bioethanol 100% dan campuran pertalite-bioethanol 50% dapat dilihat pada grafik berikut:



Pada hasil pengujian emisi Carbon Dioksida(CO_2) menunjukkan bahwa peningkatan putaran mesin dari 1500 hingga 3000 Rpm menyebabkan kenaikan kadar CO_2 hingga mencapai nilai maksimum pada putaran menengah, kemudian mengalami sedikit penurunan pada putaran tinggi. hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh (Rifal et al., 2021), tingginya kadar CO_2 dalam gas buang merupakan indikator terjadinya pembakaran sempurna, di mana sebagian besar atom karbon pada bahan bakar telah teroksidasi penuh menjadi CO_2. Hal ini sesuai dengan hasil pengujian yang menunjukkan setiap bahan bakar mengalami kenaikan emisi CO_2 yang signifikan.

Secara keseluruhan, hubungan antara kadar CO_2 dengan variasi campuran bahan bakar menunjukkan bahwa penggunaan bioetanol memberikan dampak positif terhadap kualitas pembakaran. Campuran Bio 50 menunjukkan performa paling optimal dengan kadar CO_2 tertinggi pada putaran menengah, yang berarti pembakaran berlangsung paling efisien pada kondisi tersebut. Sedangkan Bio 100 menghasilkan kadar CO_2 terendah namun tetap dalam kisaran pembakaran sempurna, menunjukkan bahwa penggunaan bioetanol murni mampu menghasilkan emisi karbon yang lebih rendah secara total.

Pada pengujian kadar sisa oksigen dalam gas buang menggunakan bahan bakar bahan bakar pertalite 100%, bioethanol 100% dan campuran pertalite-bioethanol 50% dapat dilihat pada grafik berikut:



Hasil pengujian kadar sisa oksigen (O_2) menunjukkan bahwa kadar sisa oksigen dalam gas buang berbeda untuk setiap jenis campuran bahan bakar. Berdasarkan hasil pengujian, bahan bakar Bio 50 (campuran 50% bioetanol–Pertalite) menghasilkan kadar oksigen tertinggi pada seluruh variasi putaran mesin, diikuti oleh Bio 0 (Pertalite murni) dan Bio 100 (bioetanol murni) yang memiliki kadar oksigen terendah. Hasil penelitian ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh (Heywood, 1988), yang menyatakan bahwa kandungan oksigen dalam emisi gas buang dapat digunakan sebagai indikator tingkat kelebihan udara (λ) pada sistem pembakaran. Semakin tinggi nilai O_2 yang terukur, maka semakin besar pula nilai λ, yang berarti campuran cenderung lean.

Secara keseluruhan, hasil pengujian ini menunjukkan bahwa kadar O_2 dalam gas buang berbanding terbalik dengan tingkat pemanfaatan oksigen selama pembakaran. Penggunaan campuran bioetanol 50% (Bio 50) memberikan hasil paling optimal, dengan nilai O_2 yang relatif tinggi dan stabil di seluruh putaran mesin. Hal ini menunjukkan bahwa pembakaran berlangsung secara efisien dengan AFR yang mendekati lean, tanpa menyebabkan ketidakstabilan pembakaran seperti yang terjadi pada etanol murni.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang dilakukan pada engine Honda GX 160 dapat disimpulkan bahwa :

1. Peningkatan kadar bioethanol dalam campuran bahan bakar secara signifikan menurunkan emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC).
2. Peningkatan kadar bioethanol dalam campuran bahan bakar dapat meningkatkan efisiensi pembakaran. Campuran 50% bioethanol–pertalite (Bio 50) terbukti memberikan performa paling optimal, dengan kadar CO dan HC rendah, kadar CO_2 tinggi sebagai tanda pembakaran sempurna, serta kandungan O_2 yang menunjukkan kondisi campuran udara–bahan bakar mendekati lean.
3. penggunaan bioethanol murni (Bio 100) menghasilkan emisi paling bersih, meskipun pada putaran rendah efisiensi pembakarannya sedikit menurun akibat karakteristik fisik bahan bakar. Secara keseluruhan, bioethanol, baik sebagai campuran maupun bahan bakar murni, terbukti mampu meningkatkan kualitas pembakaran, menekan emisi gas buang, dan menjadi alternatif energi yang lebih ramah lingkungan untuk mesin pembakaran dalam.

Penelitian ini memberikan langkah penting bagi pengembangan dalam melakukan upaya mengurangi emisi gas buang pada mesin pembakaran dalam. Ekperimen ini diharapkan juga dapat memberikan pemahaman mendalam mengenai dampak pennggunaan bahah bakar bioethanol tanpa modifikasi pada mesin.

DAFTAR PUSTAKA

Anditya, C., Lasnawatin, F., Pranoto, A. B., Halim, L., Anutomo, I. G., Anggraeni, D., Idarwati, F., Yusuf, M., Ambarsari, L., & Yuanningrat, H. (2024). *Handbook of Energy & Economic Statistics in Indonesia 2023*. 1–106.Boehnen, C., & Flynn, P. (2005a). *Accuracy of 3D Scanning Technologies in a Face Scanning Scenario*.

Berlianti, D. F., Abid, A. Al, & Ruby, A. C. (2024). Metode Penelitian Kuantitatif Pendekatan Ilmiah untuk Analisis Data. Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran, 7(3), 1861–1864.

Dinanti, P., Sundari, S., Laksmono, R., Ramadhan, T. R., & Sianipar, L. (2024). Analisis Biaya Ekonomi Serta Dampak Lingkungan Penggunaan Gasoline dan Biofuel Sebagai Bahan Bakar Transportasi. *El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam*, *5*(4), 2027–2040. https://doi.org/10.47467/elmal.v5i4.871.

ERIA. (2022). Forecast of Biomass Demand Potential in Indonesia: Seeking a Business Model for Wood Pellets. Economic Research Institute for Asean and East Asia(ERIA). IREA Research Project Report, 01(01), 1–94.

Fauzi, H., Harlin, H., & Sjofi'i, I. (2017). Pengaruh Pencampuran Etanol Pada Pertalite Terhadap Performa Motor Beat Fi 2016 Studi Pendidikan Teknik Mesin Fkip Universitas Sriwijaya. Jurnal Pendidikan Teknik Mesin, 4(1), 38–43.

Heywood, J. B. (1988). Internal Combustion Engine Fundamentals 2nd Edition. Internal Combustion Engine Fundamentals, 1–37.

Purnama, D., Arif, A., Alwi, E., & Sugiarto, T. (2023). Analisis Penggunaan Bahan Bakar Campuran Pertalite dengan Bioetanol dari Tebu Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Injeksi. *MSI Transaction on Education*, *4*(3), 123–134. https://doi.org/10.46574/mted.v4i3.117

Ramly, Z. A., Akbar, M., Ihsan, M. I., & Bahri, A. (2020). Bioetanol Nira Lontar: Green Energy Alternatif Masa Depan. Bionature, 21(1), 48–56. https://doi.org/10.35580/bionature.v21i1.15478

Rifal, M., Pido, R., Dera, N. S., Studi, P., Mesin, T., Teknik, F., & Gorontalo, U. (2021). *Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang*. *IV*(2), 50–57.

Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan, 2(3), 154–162. https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157Artec Leo 3d. (2022). *Manual-Leo-EN (1)*. https://docs.artec3d.com/leo_/1.8/