

Analisis Penggunaan Campuran Peralite dan Bioetanol sebagai Bahan Bakar terhadap Kinerja Motor Silinder Tunggal 4-Tak Berbasis Digital

Kunto Hamijoyo¹, Lujeng Widodo²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Dharma AUB, Surakarta, Indonesia

e-mail: kuntoaub@gmail.com, lujengwidodo@gmail.com

Abstrak

Dua bahan bakar yang populer untuk motor berbahan bakar gasoline adalah bensin, mempunyai kepadatan energi dan aksesibilitas yang tinggi dan bioethanol, menghasilkan lebih sedikit polusi. Tujuan penelitian bahan bakar bensin-bioethanol adalah untuk mengeksplorasi potensi manfaatnya dalam meningkatkan efisiensi bahan bakar serta menurunkan emisi pada mesin yang menggunakan gasoline. Metode yang diterapkan untuk mencapai tujuan adalah desain pra-eksperimental dengan studi observasi tunggal (one-shot case study), dimana variabel yang digunakan, variabel bebas adalah variasi prosentase gasoline dan bioethanol, sedangkan variabel terikat adalah performa motor (Daya, Torsi dan Emisi gas buang), variabel kontrol adalah temperature ruang dan temperatur kerja mesin (80°C - 90°C). Dengan hasil kadar HC dan Co menurun searah turunnya nilai RON, sementara Daya dan Torsi maksimal tertinggi dihasilkan pada penggunaan E0 atau 100 % pertalite dan maksimal terendah pada penggunaan E100 atau 100 % bioethanol. Berdasarkan hasil analisis dan pengujian yang dilakukan terhadap kinerja mesin Honda GLP2 dengan menggunakan bahan bakar campuran bioethanol dan pertalite. Semakin banyak konsentrasi bioethanol yang ditambahkan ke dalam pertalite, maka torsi dan daya akan semakin menurun. Sementara konsentrasi HC dan Co berkurang seiring dengan menurunnya nilai RON.

kata kunci: bioethanol, pertalite, dual fuel

Abstract

Two popular fuels for gasoline-fueled motorcycles are gasoline, which has a high energy density and accessibility and bioethanol, which produces less pollution. The purpose of the research on gasoline-bioethanol fuel is to explore its potential benefits in improving fuel efficiency and reducing emissions in gasoline-powered engines. The method applied to achieve the goal is a pre-experimental design with a single observation study (one-shot case study), where the variables used, the independent variable is the percentage variation of gasoline and bioethanol, while the bound variable is the performance of the motor (Power, Torque and Exhaust emissions), the control variable is the room temperature and the working temperature of the engine (80°C - 90°C). As a result, HC and Co levels decreased in the direction of decreasing RON values, while the highest maximum Power and Torque were produced in the use of E0 or 100% pertalite and the lowest maximum in the use of E100 or 100% bioethanol. Based on the results of analysis and testing carried out on the performance of the Honda GLP2 engine using a mixture of bioethanol and pertalite fuel. The more bioethanol concentrations are added to pertalite, the more torque and power will decrease. Meanwhile, the concentration of HC and Co decreases along with the decrease in RON value.

Keywords: Bioethanol, Peralite, Dual Fuel

1. PENDAHULUAN

Efisiensi bahan bakar motor berbahan bakar gasoline merupakan hal yang krusial dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Mengurangi konsumsi bahan bakar dan pada akhirnya, dampak lingkungan dari transportasi dengan meningkatkan efisiensi mesin pembakaran. Selain itu, penurunan biaya operasional bagi pemilik dan operator mobil sangat terbantu oleh efisiensi bahan bakar. Beberapa variabel yang dapat

memengaruhi efisiensi bahan bakar motor berbahan bakar gasoline adalah desain mesin, kualitas bahan bakar, dan gaya mengemudi pengemudi. Efisiensi bahan bakar dapat ditingkatkan secara signifikan dengan mengoptimalkan faktor-faktor tersebut. Tujuan utamanya adalah menciptakan motor berbahan bakar gasoline yang tidak hanya kuat tetapi juga ekonomis bagi konsumen dan ramah lingkungan [1].

Dua bahan bakar yang populer untuk motor berbahan bakar gasoline adalah bensin dan bioethanol. Karena kepadatan energinya yang tinggi dan aksesibilitasnya, bensin yang terbuat dari minyak mentah telah lama menjadi bahan bakar utama yang digunakan dalam mobil. Namun, penggunaannya meningkatkan emisi gas rumah kaca dan polusi udara. Akan tetapi, bioethanol dianggap sebagai pengganti yang lebih bermanfaat bagi lingkungan karena diproduksi dari sumber daya terbarukan seperti jagung atau tebu. Bioethanol dapat mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil dan menghasilkan sedikit polusi [2].

Desain mesin merupakan salah satu elemen utama yang dapat memengaruhi seberapa efisien mesin pembakaran dalam menggunakan bahan bakar. Konstruksi dan pengoperasian mesin sangat berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar. Lebih jauh lagi, selain itu efisiensi bahan bakar juga dipengaruhi oleh kualitas bahan bakar yang digunakan. Untuk bahan bakar yang memiliki kualitas rendah dapat menyebabkan kerusakan serta mengurangi efisiensi mesin. Terakhir, efisiensi bahan bakar juga dapat dipengaruhi oleh gaya mengemudi pengemudi. Akselerasi yang cepat, mesin yang terlalu lama diam, dan gaya mengemudi yang agresif dapat mengakibatkan penggunaan bahan bakar yang lebih tinggi [3].

Bahan bakar bensin menghasilkan banyak tenaga, memiliki tingkat energi yang tinggi, dan sangat mudah terbakar. Meskipun menjadi bahan bakar otomotif yang paling banyak digunakan di dunia, penggunaan bensin mencemari lingkungan melalui emisi gas buang [4]. Oleh karena itu, penelitian tentang bahan bakar alternatif yang efektif dan berkelanjutan, seperti bioethanol, masih terus dilakukan. Bioethanol adalah bahan bakar yang dibuat dengan memfermentasi bahan organik seperti jagung, tebu, atau limbah pertanian lainnya [5]. Penggunaan bioethanol sebagai campuran bensin diharapkan mengurangi terjadinya emisi gas rumah kaca serta ketergantungan pada bahan bakar fosil.

Bioethanol dapat meningkatkan efisiensi bahan bakar dan mengurangi emisi dengan mencampurkannya ke dalam bahan bakar seperti bensin. Namun, penting untuk memastikan bahwa bahan bakar yang digunakan berkualitas tinggi untuk menghindari kerusakan mesin dan mengurangi efisiensi [6]. Karakteristik metanol sebagai pengganti bensin untuk mesin injeksi bahan bakar port diperiksa dalam penelitian ini. Untuk menilai proses pencampuran, analisis penguapan tetesan dan sifat semprotan menjadi fokus utama. Metanol merupakan pilihan yang menjanjikan untuk bahan bakar mesin yang berkelanjutan karena panas laten penguapannya yang tinggi, dapat bercampur dengan bensin, dan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah [7].

Konsentrasi ideal 0,5% dalam bensin, Octamix bekerja paling baik sebagai tambahan bahan bakar daripada sebagai bahan bakar utama [8]. Campuran ketal-asetin, yang menawarkan penggunaan berkelanjutan dari produk sampingan gliserol dari produksi biodiesel, ditemukan sebagai aditif yang sangat baik untuk meningkatkan kinerja dan menurunkan emisi campuran bahan bakar bensin-etanol [9]. Kinerja dan keberlanjutan lingkungan ditingkatkan ketika etanol dan oksihidrogen ditambahkan ke mesin bensin dengan piston yang dilapisi nanopartikel [10]. Dengan kepadatan energi 25% lebih tinggi per liter daripada etanol, butanol juga memiliki kandungan energi yang sebanding dengan bensin. Berkat peningkatan efisiensi mesin yang dihasilkan oleh semua atribut yang luar biasa ini, mobil kini dapat menggunakan butanol untuk mendapatkan jarak tempuh lebih jauh tanpa mengalami masalah serius [11]. Dibandingkan dengan campuran bensin-etanol dan bensin-n-butanol, campuran bensin yang mengandung metanol memiliki potensi berbeda untuk PAH dan emisi jelaga. Campuran yang mengandung alkohol tertentu dapat berdampak pada karakteristik emisi bahan bakar dan efisiensi pembakaran [12].

Kinerja IEC dapat ditingkatkan dengan menggunakan kombinasi bensin dan aseton. Jika dibandingkan dengan bahan bakar bensin biasa, penggunaan campuran aseton-bensin dapat menurunkan polutan gas buang secara drastis. Selain menawarkan wawasan tentang

penggunaan algoritme pengoptimalan dalam pemodelan kinerja mesin, temuan studi ini dapat membantu dalam penciptaan solusi yang lebih ramah lingkungan untuk IEC [13]. Pendekatan ABC merupakan cara yang layak untuk meningkatkan kinerja mesin yang ramah lingkungan karena dapat mengoptimalkan pengaturan mesin secara efisien, yang mengarah pada efisiensi yang lebih tinggi dan emisi gas buang yang lebih rendah [14]. Pada beban rendah dan parsial, mesin bahan bakar ganda hidrogen-bensin menunjukkan efisiensi termal yang baik; tetapi, pada beban tinggi, kinerjanya menurun [15].

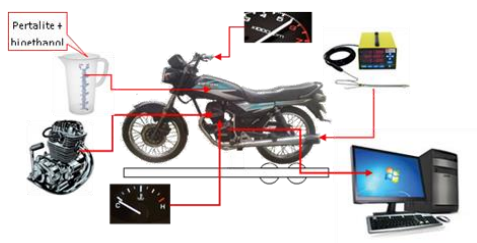
Oleh karena itu, tujuan penelitian bahan bakar bensin-bioethanol adalah untuk mengeksplorasi potensi manfaatnya dalam peningkatan efisiensi bahan bakar serta mengurangi pelepasan gas buang pada motor berbahan bakar gasoline. Sangat penting untuk melakukan penelitian menyeluruh tentang kualitas dan kompatibilitas bahan bakar campuran ini untuk memastikan kinerja dan efisiensi mesin yang optimal.

2. METODE PENELITIAN

Fokus penelitian hanya pada kelompok perlakuan dan tidak ada kelompok kontrol, maka rancangan penelitian ini menggunakan rancangan pra-eksperimental dengan studi observasi tunggal (one-shot case study). Hal ini dikarenakan rancangan ini memberikan perlakuan (X), yaitu variasi putaran dan dual fuel (bensin-bioetanol), pada objek penelitian, yaitu sepeda motor Honda GLP II, kemudian diamati kinerja mesin pembakarannya.

Variabel penelitian adalah sebagai berikut: 1) perubahan proporsi bensin dan bioetanol merupakan variabel bebas; 2) kinerja motor (daya, torsi, dan emisi gas buang) merupakan variabel terikat; dan 3) suhu ruangan dan suhu operasi mesin (80OC hingga 90OC).

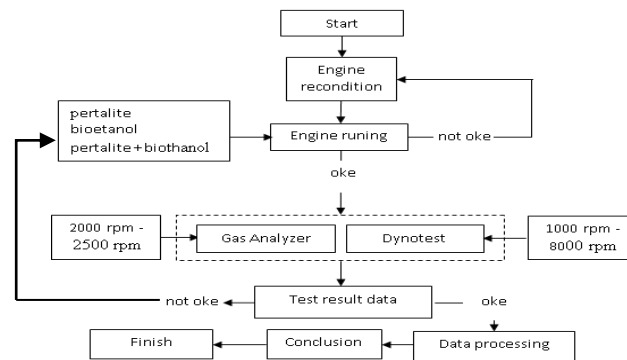
Peralatan untuk penelitian: 1) Sepeda motor Honda GLP II, 2) Gelas ukur untuk mencampur bensin, 3) Pertalite: Ini adalah bahan bakar utama yang dikombinasikan dengan bioetanol. Nilai RON pertalite adalah 90. 4) Bioetanol, yang biasa dikenal dengan etanol, adalah cairan yang diproduksi sebagai bahan bakar gabungan ketika gula difermentasi dari sumber karbohidrat (selulosa) dengan bantuan mikroba. Etanol yang digunakan adalah jenis etanol hidrous dengan nilai RON 116 dan kadar air 4%. 5) Unit untuk analisis gas, 6) Dynotest



Gambar 1. Skema pengujian

Tabel 1. Spesifikasi sepeda motor Honda GLP II

Spesifikasi motor bakar	
Engine	OHC, 4 Tak
Kapasitas Engine	156,7 cc/63,5 x 49,7 mm
Rasio Kompresi	9,0 : 1
Maximum Power	14,7 hp/8500 rpm
Maximum Torque	1,3 kgf.m/6500 rpm
Fuel System	Cylinder Ventury Carburetor 24''
Sistem Pengapian	CDI-DC, Battery - 12 V
Busi	ND X 24 EP-U9 / NGK DP8EA-9



Gambar 2. Diagram alir pengujian

Proses penelitian mencakup tahapan-tahapan sebagai berikut: 1) Persiapan (rekondisi mesin pembakaran, pra-pengujian dengan bahan bakar pertalite dan bioetanol, pembuatan dual fuel (pertalite dan bioetanol) dengan lima varian paralel, 2) Tahap implementasi (pengoperasian mesin dengan peralatan standar, dynotest yang diizinkan, uji daya/torsi dengan putaran mesin 1000 rpm sampai dengan 8000 rpm, uji emisi gas buang dengan kecepatan mesin pada batas yang diizinkan gas analyzer, tiga kali pengujian dan pengamatan), 3) Tahap perekaman (termasuk hasil cetak CO dan HC, daya, dan torsi).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

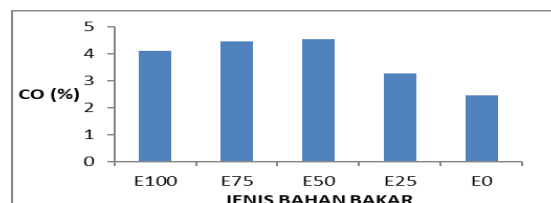
3.1. Hasil pengujian

Nilai RON ditentukan untuk campuran bahan bakar atau kode bahan bakar ganda yang diuji berdasarkan hasil uji emisi gas buang untuk CO dan HC dengan memanfaatkan variasi persentase bioetanol dan pertalite yang berbeda.

Tabel 2. Dual fuel

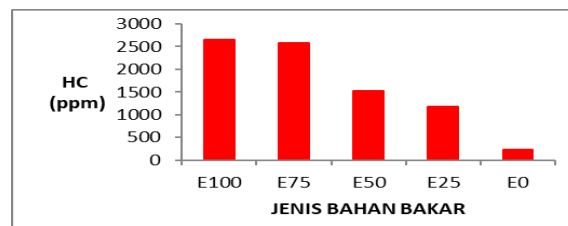
NO	Prosentase Campuran		RON	Kode dual fuel
	Bio ethanol	Pertalite		
1	100	0	116	E100 (BIOETHANOL)
2	75	25	109,5	E75
3	50	50	103	E50
4	25	75	96,5	E25
5	0	100	90	E0 (PERTALITE)

Hasil pengolahan data di atas dapat dirubah dalam bentuk grafik-grafik, sehingga dapat dengan mudah dibaca dan dibahas.



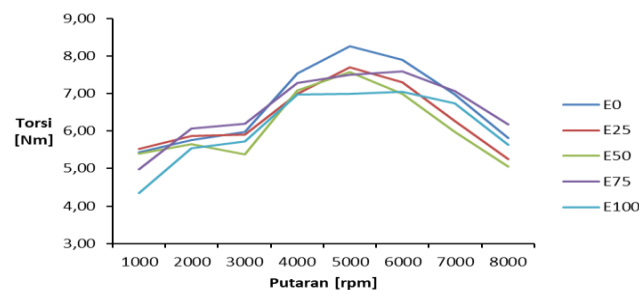
Gambar 3. Grafik perbandingan CO (%) pada penggunaan dual fuel dengan variasi prosentase campuran

Menurut grafik perbandingan CO (%) antara bahan bakar ganda dengan persentase pencampuran yang berbeda, kandungan CO gas buang menurun seiring dengan penurunan nilai oktan (RON).



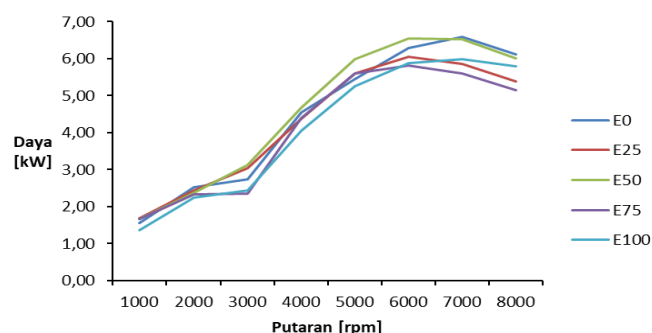
Gambar 4. Grafik perbandingan HC (ppm) pada penggunaan dual fuel dengan variasi prosentase campuran

Sementara itu, grafik perbandingan HC (ppm) di berbagai bahan bakar ganda dengan perbedaan persentase campuran menunjukkan bahwa kandungan HC gas buang menurun seiring dengan menurunnya nilai oktan (RON).



Gambar 5. Grafik perbandingan Torsi (Nm) pada penggunaan dual fuel dengan variasi prosentase campuran

Torsi yang dihasilkan oleh modifikasi bahan bakar yang diukur terhadap kecepatan mesin ditampilkan pada Gambar 5. Dari semua variasi bahan bakar, E0 memiliki torsi paling besar, yaitu 8,26 Nm pada 5000 rpm. Torsi maksimum yang dihasilkan oleh E50 adalah 7,57 Nm pada 5000 rpm, sedangkan torsi maksimum yang dihasilkan oleh E25 adalah 7,70 Nm pada 5000 rpm, E75 adalah 7,59 Nm pada 6000 rpm, dan E100 adalah 7,05 Nm pada 6000 rpm. Torsi tertinggi yang dihasilkan rata-rata oleh setiap komposisi bensin antara 5000 dan 6000 rpm.



Gambar 6. Grafik perbandingan Daya (kW) pada penggunaan dual fuel dengan variasi prosentase campuran

Energi yang diperoleh dari pengujian dengan memanfaatkan kombinasi bahan bakar pertalite dan bioetanol ditunjukkan pada Gambar 6. Berdasarkan hasil pengujian, E0 memiliki daya maksimum pada putaran mesin 7000 rpm (6,59 kW). E75, E25, E50, dan E100 semuanya menghasilkan daya sebesar 5,81 kW, 6,05 kW, 6,52 kW, dan 5,98 kW pada putaran mesin yang sama.

3.2. Alat Uji Dyno test

Dyno Test -Dyno Tes Equipment adalah tes untuk menentukan tenaga mesin maksimum semua kendaraan dengan satu motor mesin. Uji dyno itu sendiri dibagi menjadi dua cara: mesin dyno (menguji mesin sebelum mesin dipasang pada tubuh) dan sasis dyno (menguji mesin yang dijalankan di dalam tubuh setelah pemasangan). Biasanya mereka yang menggunakan lokakarya besar yang menawarkan pengujian dyno, pabrik mobil dan layanan perubahan sepeda motor. Tes ini membutuhkan mekanisme yang memungkinkan Anda membaca data garis dari layar monitor selama proses pengujian dyno. Selain itu, alat untuk pengujian dyno seperti rol dan blower juga diperlukan.

3.3. Pembahasan

Mengacu pada tabel ambang batas emisi gas buang dalam tabel 2.1 bab dua peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor 05 tahun 2006, batas emisi gas buang CO untuk kendaraan bermotor golongan L, termasuk sepeda motor 4 tak yang diproduksi sebelum tahun 2010, adalah 5,5%. Karena telah memenuhi standar yang ditentukan oleh Menteri Negara Lingkungan Hidup, kadar emisi gas buang CO dari penggunaan bahan bakar E0 (pertalite) hingga E100 (bioetanol) tergolong ramah lingkungan. Kadar CO yang tinggi disebabkan oleh rasio campuran bahan bakar dan udara yang tidak sesuai, yaitu kadar bahan bakar yang berlebihan. Namun, meskipun bahan bakarnya berlebih, ia tetap dapat terbakar dan melepaskan banyak CO. Karena tekanan kompresi motor rendah, motor uji sebenarnya dibuat untuk pertalite atau bahan bakar oktan rendah.

Namun, karena spesifikasi motor uji, karakteristik pengapian bahan bakar sebenarnya dirancang untuk bahan bakar dengan oktan rendah, sehingga tingkat emisi gas buang HC menjadi signifikan. Ketika memakai bahan bakar dengan oktan lebih tinggi daripada pertalite, waktu serta sudut pengapian tidak akurat, yang mengakibatkan banyak bahan bakar ganda yang tidak terbakar dengan sempurna dan menghasilkan emisi gas buang HC yang tinggi. Ini disebabkan oleh api yang menyebar lebih cepat menggunakan bahan bakar dengan oktan lebih tinggi daripada pertalite.

Jika dibandingkan dengan yang lain, E100 menghasilkan daya dan torsi paling sedikit, menurut data uji. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa peningkatan konsentrasi bioetanol dalam pertalite dapat mengakibatkan penurunan kandungan karbon, angka oktan, dan kandungan oksigen [16]. Bensin dengan konsentrasi oksigen yang lebih tinggi dapat terbakar lebih efisien dan meningkatkan efisiensi termal mesin [17].

Dibandingkan dengan daya yang dihasilkan oleh variasi E0, peningkatan jumlah bioetanol dalam campuran bahan bakar dapat menurunkan suhu dan tekanan pada awal fase pembakaran, sehingga menghasilkan daya keluaran yang lebih tinggi [18]. Mesin pembakaran bertekanan kompresi tinggi dipengaruhi oleh hal ini, sehingga variasi torsi dan daya konsisten dengan penurunan angka RON tetapi tidak konstan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil percobaan dan evaluasi pengoperasian mesin pembakaran Honda GLP2 dengan campuran pertalite dan bioetanol. Torsi dan daya menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol yang ditambahkan ke pertalite. Namun, seiring dengan menurunnya nilai RON, maka jumlah HC dan Co pun ikut menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Shaheen and T. E. Lipman, "Reducing Greenhouse Emissions and Fuel Consumption," *IATSS Res.*, vol. 31, no. 1, pp. 6–20, 2007, doi: 10.1016/s0386-1112(14)60179-5.
- [2] J. Martins and F. P. Brito, "Alternative fuels for internal combustion engines," *Energies*, vol. 13, no. 15, 2020, doi: 10.3390/en13164086.
- [3] Redon, F., Kalebjian, C., Kessler, J., Rakovec, N. et al., "Meeting Stringent 2025 Emissions and Fuel Efficiency Regulations with an Opposed-Piston, Light-Duty Diesel Engine," *SAE Technical Paper*, 2014, <https://doi.org/10.4271/2014-01-1187>.
- [4] Beeder, Cameron, "Leading Alternatives to Fossil Fuels for Powering Vehicles," School of Education and Leadership Student Capstone Projects, 2020, 449. https://digitalcommons.hamline.edu/hse_cp/449
- [5] I. Landälv, "Methanol As a Renewable Fuel – a Knowledge Synthesis," *swedish Knowl. Cent. Renew. Transp. fuels*, vol. 6, no. 3, 2017, doi: 10.3390/pr6030020.
- [6] D. Y. Dhande, N. Sinaga, and K. B. Dahe, "Study on combustion, performance and exhaust emissions of bioethanol-gasoline blended spark ignition engine," *Heliyon*, vol. 7, no. 3, p. e06380, 2021, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06380.
- [7] B. Yuan, Z. Wang, J. Cao, Y. Huang, Y. Shen, and ..., "Mixture formation characteristics and feasibility of methanol as an alternative fuel for gasoline in port fuel injection engines: Droplet evaporation and spray visualization," *Energy Convers. ...*, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.116956>
- [8] S. Simsek, S. Uslu, and H. Simsek, "Evaluation of the effect of a new alternative fuel containing boron and hydrogen on gasoline engine performance and emission responses," *Int. J. Environ. ...*, 2022, doi: 10.1007/s13762-021-03460-6.
- [9] M. Keshavarzi, P. Mohammadi, H. Rastegari, S. S. Lam, and ..., "Investigation of ketal-acetin mixture synthesized from glycerol as a renewable additive for gasoline-ethanol fuel blend: Physicochemical characterization and engine ...," *Fuel*, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.128519>
- [10] S. Padmanabhan, K. Giridharan, B. Stalin, and ..., "Sustainability and environmental impact of ethanol and oxyhydrogen addition on nanocoated gasoline engine," *Bioinorg. ...*, 2022, doi: 10.1155/2022/1936415.
- [11] S. M. N. Rahayu, A. L. Hananto, and ..., "A Review of automotive green technology: Potential of butanol as biofuel in gasoline engine," *... Soc. ...*, 2022, [Online]. Available: DOI: [10.31603/mesi.7155](https://doi.org/10.31603/mesi.7155)
- [12] K. C. Kalvakala, P. Pal, G. Kukkadapu, M. McNenly, and ..., "Numerical Study of PAHs and Soot Emissions from Gasoline–Methanol, Gasoline–Ethanol, and Gasoline–n-Butanol Blend Surrogates," *Energy ...*, 2022, doi: 10.1021/acs.energyfuels.2c00897.
- [13] W. Purwanto, J. C. T. Su, M. L. Rochman, and ..., "Study on the addition of a swirling vane to spark ignition engines fueled by gasoline and gasoline-ethanol," *Automot. ...*, 2023, [Online]. Available: <https://doi.org/10.31603/ae.7981>
- [14] H. Alahmer, A. Alahmer, R. Alkhazaleh, and M. Alrbai, "Exhaust emission reduction of a SI engine using acetone–gasoline fuel blends: Modeling, prediction, and whale optimization algorithm," *Energy Reports. Elsevier*, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.10.360>
- [15] H. Alahmer, A. Alahmer, R. Alkhazaleh, and M. I. Al-Amayreh, "Modeling, polynomial regression, and artificial bee colony optimization of SI engine performance improvement powered by acetone–gasoline fuel blends," *Energy Reports. Elsevier*, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.12.102>
- [16] S. T. P. Purayil, M. O. Hamdan, S. A. B. Al-Omari, M. Y. E. Selim, and ..., "Review of hydrogen–gasoline SI dual fuel engines: Engine performance and emission," *Energy Reports. Elsevier*, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.03.054>
- [17] Awad, O. I., Mamat, R., Ali, O. M., Sidik, N. A. C., Yusaf, T., Kadrigama, K., Kettner, M., Alcohol and ether as alternative fuels in spark ignition engine: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 82, no. 3, pp. 2586–2605, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.074>
- [18] Mohammed, M. K., Balla, H. H., Al-Dulaimi, Z. M. H., Kareem, Z. S., Al-Zuhairy, M. S., Effect of ethanolgasoline blends on SI engine performance and emissions, *Case Studies in Thermal Engineering*, vol. 25, pp. 1-9, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2021.100891>

- [19] Tibaquirá, J. E., Huertas, J. I., Ospina, S., Quirama, L. F., Niño, J. E., “The Effect of Using Ethanol-Gasoline Blends on the Mechanical, Energy and Environmental Performance of In-Use Vehicles,” *Energies*, vol. 11, no. 1, pp. 1–17, 2018. <https://doi.org/10.3390/en11010221>