

ANALISIS KONVERSI BAHAN BAKAR BENSON KE BAHAN BAKAR LPG TERHADAP PRESTASI MOTOR PADA SEPEDA MOTOR BERBASIS ELEKTRIK FUEL INJEKSI

Ilham Sentosa¹; St. Khaeratul Mukarrama²

Politeknik Dewantara Palopo

ilhamsentosa@polidewa.co.id; hera.mukarrama@polidewa.co.id.

Abstract

This study aims to determine the performance analysis in converting gasoline fuel to LPG fuel on motor performance on electric fuel injection-based motorcycles and engine performance with the use of LPG gas fuel and gasoline. with a 110 cc engine at engine speeds of 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 and 5000 rpm. Instrument testing was carried out at Ernest Racing Home (Makassar). This research method is "Pre-Experimental Designs" (pre-Experiment). Testing uses a dyno test where the test data produces print out data, analyzed using a descriptive investigation method. The results of the experiment on a 110 cc gasoline engine and data collection at engine speeds of 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 and 5000 rpm; There is an increase in engine performance in the use of LPG gas fuel which tends to increase with increasing engine speed; The lowest fuel consumption was found with LPG gas fuel, with an average consumption difference of 0.06 kg/hour. There was an increasing trend in CO₂ emissions with LPG gas fuel use with each increase in engine speed. There was an effect of LPG gas fuel use on the performance of a 110 cc gasoline engine.

Keywords: Conversion, Fuel, Fuel Injection Motorcycle.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis unjuk kerja dalam konversibahan bakar bensin ke bahan bakar LPG terhadap prestasi motor pada sepeda motor berbasis elektrik fuel injeksi dan prestasi mesin dengan penggunaan bahan bakar gas LPG dan bensin. dengan mesin 110 cc pada putaran mesin 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 dan 5000 rpm. Pengujian instrument dilakukan di Ernest Racing Home (Makassar). Metode penelitian ini adalah "Pre- Experimental Designs" (pra - Eksperimen). Pengujian menggunakan dyno test dimana data pengujian menghasilkan data print out, di analisis menggunakan metode penyelidikan deskriptif. Hasil percobaan pada mesin bensin 110 cc dan pengambilan data pada putaran mesin 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 dan 5000 rpm ; Terjadi peningkatan kinerja mesin pada penggunaan bahan bakar gas LPG cenderung meningkat seiring bertambahnya putaran mesin; Konsumsi bahan bakar paling rendah pada penggunaan bahan bakar gas LPG dengan rata-rata selisih konsumsi 0,06 Kg/Jam; Terjadi tren peningkatan emisi gas buang CO₂ pada penggunaan bahan bakar gas LPG di setiap bertambahnya putaran mesin; Terdapat pengaruh penggunaan bahan bakar gas LPG unjuk kerja mesin bensin 110 cc.

Kata Kunci: Konversi, Bahan Bakar, Sepeda Motor Fuel Injeksi.

PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak (BBM) masih menjadi sumber energi utama di sektor transportasi, meskipun diketahui berdampak negatif terhadap lingkungan dan ketersediaannya semakin menipis (Subekti et al, 2011). Upaya global dalam mencari bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan mendorong pemanfaatan bahan bakar gas (BBG), khususnya LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) yang melimpah di Indonesia. Pemerintah Indonesia telah memperkenalkan BBG sejak 1987 melalui Pertamina, namun penyerapannya di sektor transportasi masih sangat rendah (Sitorus, 2002). Studi internasional menunjukkan bahwa konversi ke LPG pada kendaraan roda dua dapat mengurangi emisi

HC dan CO hingga 50% dibandingkan bensin (Bari dan Mohammad, 2015; Singh et al, 2022; Kondoh et al, 2016). Selain itu, penelitian di Indonesia mengonfirmasi potensi LPG untuk meningkatkan efisiensi bahan bakar pada sepeda motor EFI [Santram et al, 2015; Tuan dan Dong, 2022).

Sebagian besar kendaraan bermotor di Indonesia, khususnya roda dua, menggunakan mesin kompresi rendah yang cocok dengan bahan bakar beroktan rendah seperti premium. Namun, Indonesia tengah mengalami transisi dari premium ke pertamax, sehingga diperlukan inovasi untuk memaksimalkan performa mesin berkompresi rendah. Salah satu alternatif adalah konversi bahan bakar dari bensin ke LPG, yang telah terbukti meningkatkan torsi pada rpm tinggi (Tira et al, 2025; Yamin et al, 2024). Penelitian terkini juga menyoroti bahwa sistem bi-fuel (bensin-LPG) pada sepeda motor dapat mengoptimalkan performa dan mengurangi emisi NO_x (Kawale et al, 2025; Santram et al, 2015).

Selain itu, proses gasifikasi biomassa juga menjadi sumber energi alternatif yang berpotensi menggantikan bahan bakar fosil. Gasifikasi mampu mengubah limbah biomassa menjadi gas mampu bakar seperti CO, CH₄, dan H₂ (Suyitno, 2011). Namun, dalam konteks kendaraan bermotor, LPG dinilai lebih efektif dibandingkan CNG dan LNG karena memiliki tekanan lebih rendah, bobot tabung lebih ringan, serta pembakaran yang lebih sempurna akibat pencampuran gas dan udara yang homogen (Susastrawan et al, 2015; Ukpaukure et al, 2023).

Penelitian Romandoni dan Siregar (2013) menunjukkan bahwa penggunaan LPG pada sepeda motor dapat menurunkan emisi gas buang seperti CO, HC, dan CO₂ (Suyitno, 2011). Sementara itu, Pencampuran udara dan bahan bakar yang tepat akan menghasilkan pembakaran yang sempurna dan emisi yang memenuhi standar baku mutu (Romandoni et al, 2013). Penelitian serupa di luar negeri menemukan bahwa LPG menghasilkan emisi CO₂ lebih rendah pada siklus pengujian nyata (Sudarsanan et al 2025; Duy et al 2021). Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis pengaruh konversi bahan bakar bensin ke LPG terhadap unjuk kerja sepeda motor berbasis sistem electric fuel injection (EFI), termasuk perbandingan dengan sistem dual-fuel (Sitorus, 2002; Tenaya dan Hardiana, 2017; Lee et al, 2002). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis unjuk kerja mesin sepeda motor berbasis EFI setelah dilakukan konversi dari bahan bakar bensin ke LPG. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui efisiensi konsumsi bahan bakar dan dampaknya terhadap performa mesin. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan efisien, khususnya pada kendaraan roda dua (Suthisripok et al 2017; Madziel, 2025).

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen dengan desain pre-eksperimental tipe one-shot case study, yaitu pengujian dilakukan pada satu kelompok subjek yang diberiperlakukan berupa konversi bahan bakar dari bensin ke LPG, tanpa kelompok pembanding. Setelah perlakuan dilakukan, performa motor dan konsumsi bahan bakar diukur menggunakan alat uji dino test. Model penelitian ini digambarkan sebagai $X \rightarrow O_1$, di mana X merupakan perlakuan konversi bahan bakar, dan O₁ adalah hasil pengamatan berupa konsumsi dan performa bahan bakar. Pendekatan ini sejalan dengan studi

sebelumnya yang menggunakan dyno test untuk mengukur torsi dan daya pada konversi LPG (Singh et al, 2021; Yamin et al, 2024).

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli hingga Agustus di HMS Anas Motor, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng. Adapun variabel dalam penelitian ini terdiri dari: (1) variabel bebas, yaitu penggunaan bahan bakar LPG; (2) variabel terikat, yaitu konsumsi dan performa bahan bakar pada motor Honda Beat Pop Injeksi; dan (3) variabel kontrol, yaitu kondisi kendaraan yang dijaga tetap standar sesuai spesifikasi pabrikan, kecuali sistem bahan bakar yang dikonversi. Variabel kontrol ini mirip dengan yang digunakan dalam penelitian konversi bi-fuel untuk memastikan konsistensi (Kawale et al, 2025; Ukpaukure et al, 2023).

Prosedur penelitian dimulai dengan studi literatur untuk merumuskan dasar teori, kemudian dilakukan eksperimen konversi bahan bakar, pengumpulan data konsumsi dan performa motor, analisis data, hingga penyajian hasil. Pengumpulan data dilakukan melalui metode dokumentasi, yakni pencatatan langsung terhadap hasil pengujian menggunakan di notest. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif-komparatif untuk membandingkan konsumsi dan unjuk kerja motor sebelum dan sesudah konversi bahan bakar. Analisis dilakukan dengan menyajikan data dalam bentuk tabel dan grafik, yang kemudian diinterpretasikan untuk menarik kesimpulan mengenai pengaruh konversi bahan bakar terhadap efisiensi dan performa mesin. Metode analisis deskriptif ini telah terbukti efektif dalam studi emisi LPG pada sepeda motor [Romandoni et al, 2011; Kondo et al, 2023; Ukpaukure et al, 2023)

Prosedur penelitian dimulai dengan studi literatur untuk merumuskan dasar teori, kemudian dilakukan eksperimen konversi bahan bakar, pengumpulan data konsumsi dan performa motor, analisis data, hingga penyajian hasil. Pengumpulan data dilakukan melalui metode dokumentasi, yakni pencatatan langsung terhadap hasil pengujian menggunakan dinotest. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif-komparatif untuk membandingkan konsumsi dan unjuk kerja motor sebelum dan sesudah konversi bahan bakar. Analisis dilakukan dengan menyajikan data dalam bentuk tabel dan grafik, yang kemudian diinterpretasikan untuk menarik kesimpulan mengenai pengaruh konversi bahan bakar terhadap efisiensi dan performa mesin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

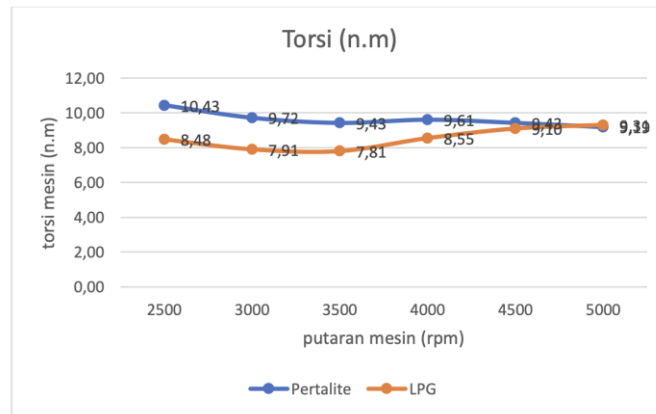
Hasil

Hasil pengujian diperoleh dengan cara melakukan percobaan pada mesin bensin 110 cc menggunakan alat ukur dynotest dan gas engine analyzer serta alat penunjang lainnya. Pengambilan data dilakukan pada putaran mesin 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 dan 5000 rpm. Pengujian dilakukan dengan menganalisis unjuk kerja mesin dan emisi gas buang mesin pada bahan bakar pertalite murni dan gas LPG. Pengujian ini konsisten dengan protokol standar yang digunakan dalam literatur internasional untuk evaluasi konversi LPG (Yamin et al, 2024; Santram et al, 2015).

1. Hasil Pengujian Kinerja Mesin

a. Torsi Mesin

Berikut ini merupakan diagram hasil penelitian



Gambar 1 Diagram Torsi Mesin

Angka-angka di dalam tabel tidak boleh diulang-ulang dalam narasi verbal baik sebelum maupun sesudahnya.

Torsi mesin adalah ukuran kemampuan mesin untuk melakukan kerja. Besaran torsi adalah besaran turunan yang biasa digunakan untuk menghitung energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya. Ditinjau dari grafik di atas terlihat bahwa penggunaan bahan bakar pertalite mengalami peningkatan torsi, torsi tertinggi dicapai pada putaran 2500 rpm yaitu 10.43 N.m. sedangkan torsi terendah di dapatkan pada putaran 5000 rpm sebesar 9.19 N.m namun pada penggunaan bahan bakar gas LPG di dapatkan torsi paling tinggi di putaran 5000 rpm sebesar 9.31 N.m dan torsi paling rendah berada di putaran 3500 sebesar 7.81 N.m. Tren peningkatan torsi LPG pada rpm tinggi ini sejalan dengan temuan pada konversi kit LPG di Indonesia (Singh et al, 2024; Kawale et al, 2025, Tuan dan Dong et al, 2022).

Berdasarkan hasil pengujian pada percobaan bahan bakar pertalite dengan variasi putaran mesin yang di mulai dari 2500-5000 rpm di dapatkan tren penurunan torsi pada setiap variasi putaran, sedangkan pada pengujian bahan bakar gas LPG di dapatkan tren peningkatan torsi mesin yang di hasilkan setiap variasi yang di lakukan. Tingginya torsi yang di dapatkan pada pertalite cenderung akan menurun di setiap putarannya namun berbeda dengan gas LPG torsi yang di hasilkan cenderung meningkat (Sitorus, 2002; Singh et al, 2022).

b. Daya Mesin

Setelah mengetahui torsi mesin maka daya dapat diketahui dengan contoh persamaan sebagai berikut:

$$BP = \frac{2.\pi.n}{60} T$$

Diketahui putaran mesin sebesar 2500 rpm dan torsi yang di hasilkan sebesar 10.43 N.m.

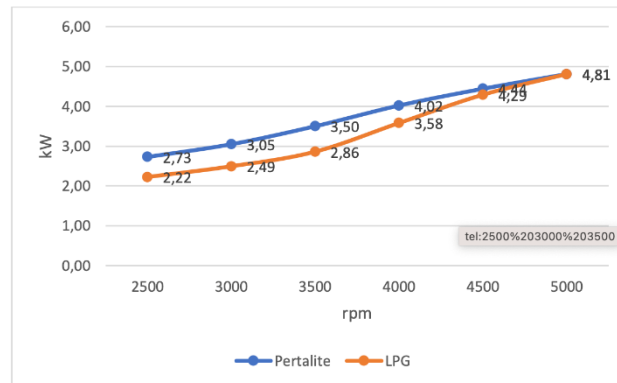
Dimana:

N = Putaran Mesin (2500 rpm Tabel data pengujian) T = Torsi Mesin (10.43 N.m)

Maka :

$$BP = \frac{2 \times 3,14 \times 2500}{60} 10.43 \text{ N.m}$$

$$= 2.73 \text{ HP}$$



Bagan 1 Diagram Daya Mesin

Berdasarkan Daya mesin adalah besarnya tenaga yang dihasilkan dari sebuah mesin tiap satu satuan waktu, daya diperoleh dari hasil pengukuran torsi yang dikalikan dengan kecepatan sudut putaran mesin (RPM). Berdasarkan gambar 4.2 didapatkan bahwa pada rpm 2500-5000 daya tertinggi berada pada putaran 5000 RPM sebesar 6,48 HP untuk bahan bakar pertalite murni sedangkan untuk bahan bakar gas LPG di dapatkan daya tertinggi pada putaran 5000 RPM sebesar 6,55 HP. Hasil ini mendukung studi yang menunjukkan peningkatan daya LPG hingga 6-7 HP pada rpm maksimal (Suyitno, 2011; Tenaya dan Hardiana, 2017; Kawale et al, 2023).

Berdasarkan hasil pengujian penggunaan bahan bakar yang di lakukan dengan variasi putaran mesin 2500-5000 rpm didapatkan tren peningkatan daya pada setiap putaran mesin penggunaan bahan bakar pertalite mengungguli bahan bakar gas LPG pada putaran 2500 rpm akan tetapi pada putaran 5000 rpm ke atas maka daya yang di hasilkan penggunaan bahanbakar gas LPG akan mengungguli penggunaan bahan bakar pertalite sepertiyang terlihat pada diagram di atas (Romandoni et al, 2013, Susastriawan et al, 2015).

Pembahasan

1. Analisis kinerja Mesin

Analisis kinerja mesin yang menjadi fokus pada penelitian ini adalah daya efektif, torsi, emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa daya dan torsi mesin pada penggunaan bahan bakar gas LPG cenderung lebih rendah di rpm (2500) dibandingkan penggunaan bahan bakar pertalite. Tetapi pada rpm tinggi (5000) atau rpm maksimal daya, daya, torsi, emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar relatif lebih tinggi daripada pada penggunaan bahan bakar pertalite. Fenomena ini konsisten dengan analisis bi-fuel system yang menunjukkan trade-off pada rpm rendah tetapi keuntungan pada beban tinggi (Yamin et al, 2024, Yamin et al, 2015, Ukpaukure et al, 2023).

Penurunan kinerja pada rpm rendah disebabkan oleh perbandingan udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar cenderung tidak seimbang sehingga pembakaran kurang sempurna, sedangkan campuran bahan bakar dan udara pada penggunaan bahan bakar pertalite cenderung lebih sempurna pada putaran rendah sehingga pembakaran lebih efektif dan meningkatkan daya mesin. Sedangkan pada rpm tinggi terjadi peningkatan kinerja mesin pada penggunaan bahan bakar gas LPG ini disebabkan oleh perbandingan udara dan bahan bakar cenderung akan lebih sempurna sehingga kinerja mesin lebih efektif. Romandoni dan Siregar (2013) dan Gui et al (2025) mengatakan pada keadaan ini campuran udara dan bahan bakar mendekati stoichiometric, akibatnya tekanan dan temperatur yang dihasilkan semakin tinggi dan menyebabkan torsi yang dihasilkan semakin besar (Subekti et al, 2011; Lee et al, 2002; Sudarsana, 2025).

Daya efektif pada penggunaan bahan bakar bensin sedikit lebih besar dibandingkan dengan variasi LPG. Hal ini disebabkan karena pertalite memiliki nilai kalor sedikit lebih tinggi yaitu sebesar 10000 kcal/jam sedangkan elpiji memiliki nilai kalor bahan bakar sebesar 9350kcal/jam (UNEP, 2006). Perbedaan nilai kalor bahan bakar ini menyebabkan perbedaan daya yang dihasilkan pada proses pembakaran tersebut (Sutishripok et al, 2017; Sulaiman et al, 2025)

Penelitian yang dilakukan oleh Lee et.al (2002) menyimpulkan bahwa rasio ekuivalen udara dan bahan bakar pada LPG akan memberikan efek yang besar terhadap kecepatan perambatan, tekanan pembakaran, dan durasi pembakaran (Tenaya dan Hardiana, 2017). LPG akan terbakar lebih cepat dari bensin pada kondisi $\lambda > 1$. Dengan kompresi tinggi yang sesuai dengan octane number LPG yaitu 110 dan ignition timing kondisi standar, maka diperoleh tekanan pembakaran yang tinggi sehingga menghasilkan penyaluran tenaga output pembakaran yang lebih besar (Duy et al 2021; Madziel, 2025; Setiawan dan Herlambang, 2018).

Sedangkan untuk analisis kinerja mesin pada putaran 2500, 3000, 3500, 4000, 4500, 5000 rpm di dapatkan konsumsi paling rendah yaitu pada bahan bakar gas LPG di semua variasi putaran mesin. Daya tertinggi didapatkan pada bahan bakar gas LPG pada putaran 5000 rpm sebesar 4.81 kW dan daya terendah juga di dapatkan pada bahan bakar gas LPG di putaran 2500 rpm sebesar 2.22 kW. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin bertambahnya putaran mesin maka semakin besar pula daya yang di hasilkan oleh mesin (Nagoro et al, 2020; Romandoni dan Siregar, 2013; Kondo et al, 2022; Rosyidi et al, 2020).

2. Analisis Emisi Gas Buang Mesin

Melihat dari hasil pengujian yang telah dilakukan, bahan bakar gas LPG dapat menurunkan emisi gas buang karena gas LPG terdiri dari campuran 50% propana dan 50% butana, yang merupakan hidrokarbon ringan. Ketika LPG dibakar dalam mesin, proses pembakarannya cenderung lebih lengkap dan efisien, menghasilkan lebih sedikit CO sebagai gas buang. Hidrokarbon ringan ini mudah terbakar dengan sempurna dalam kondisi pembakaran yang tepat (Bari dan Mohammad, 2015; Singh et al, 2022 Kawale, 2025). Penurunan emisi HC dan CO hingga 70% telah dilaporkan dalam studi siklus pengujian nyata (Sudarsana et al, 2015; Duy et al, 2017; Nahan dan Hermanto, 2014).

Gas LPG merupakan salah satu jenis bahan bakar yang tidak terlalu banyak mengandung zat aditif yang dimana zat aditif ini juga dapat berkontribusi dalam pembentukan emisi CO pada saat proses pembakaran. Propana adalah salah satu jenis gas hidrokarbon yang termasuk dalam kelompok *alifatik* (alkana). Ini adalah senyawa kimia yang terdiri dari tiga atom karbon dan delapan atom hidrogen dengan rumus kimia C_3H_8 . Butana adalah jenis gas hidrokarbon yang termasuk dalam kelompok *alifatik* (alkana) dan merupakan isomer dari propana. Isomer berarti senyawa kimia yang memiliki rumus molekul yang sama tetapi memiliki susunan atom yang berbeda, Butana juga memiliki rumus kimia C_4H_{10} , yang berarti satu molekul butana terdiri dari empat atom karbon dan sepuluh atom hidrogen (Susastriawan, 2015).

Berdasarkan analisis emisi gas buang pada penelitian ini didapatkan bahwa pada penggunaan bahan bakar gas LPG pada mesin bensin 110 cc pada variasi putaran mesin 2500-5000 rpm didapatkan emisi CO paling rendah daripada penggunaan bahan bakar pertalite halini disebabkan oleh kandungan yang ada pada bahan bakar LPG lebih sederhana dan memiliki hidrokarbon yang lebih ringan dan dapat lebih mudah terbakar di bandingkan pada pertalite (Suyitno, 2011; Tenaya dan Hadiana, 2017; Suthisripok et al, 2017). Kami menyarankan LPG sebagai opsi yang layak, terutama jika prioritas utama adalah mengurangi emisi gas buang dan mendukung lingkungan yang lebih bersih, sesuai dengan temuan penelitian ini. Namun, rekomendasi ini tidak mutlak dan tergantung pada konteks penggunaan, seperti ketersediaan infrastruktur, biaya awal, dan kebutuhan performa. LPG memang unggul dalam aspek emisi, tapi diperlukan pertimbangan holistik terhadap *trade-off* ini esensial untuk mengantisipasi dan mitigasi risiko ketidaktuntutan performa serta kepuasan pengguna dalam jangka waktu panjang.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa konversi bahan bakar dari bensin ke LPG pada sepeda motor 110 cc memberikan peningkatan kinerja mesin yang signifikan, terutama pada putaran mesin yang lebih tinggi. Konsumsi bahan bakar LPG terbukti lebih efisien dengan rata-rata penghematan sebesar 0,06 kg/jam. Selain itu, emisi gas buang seperti CO dan HC menunjukkan penurunan, sementara emisi CO_2 mengalami peningkatan seiring bertambahnya putaran mesin. Secara keseluruhan, penggunaan LPG memberikan pengaruh positif terhadap unjuk kerja mesin dan ramah lingkungan. Sehubungan dengan temuan ini, disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan dengan fokus pada penggunaan konverter kit khusus untuk mesin dengan putaran tidak konstan, agar hasil yang diperoleh lebih optimal dan akurat dalam penerapan di berbagai kondisi operasional (Tira et al, 2025; Yamin et al, 2024, Santram et al (2015), Kondo et al 2022, Suthisripok et al 2017).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih atas dukungan dan kesempatanyang telah diberikan oleh Politeknik Dewantara dan Pendanaan Hibah PDP dari Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi serta kepadasemuapihak yang telah membantu dan menimbang dalam peneletian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Subekti R.A., Agus H, H.M.Saputra., dan Vita Susanti et al (2011). Kebijakan Teknis Konversi BBM ke BBG untuk Kendaraan. Jakarta: LIPI Press.
- Sitorus, T. (2002). Tinjauan Pengembangan Bahan Bakar Gas Sebagai Bahan Bakar Alternatif.
- Romandoni, N., Siregar, I.H. (2013). Studi Komparasi Performa Mesin dan Kadar Emisi gas Buang Sepeda Motor Empat Langkah Berbahan Bakar Bensin dan LPG. *Jurnal Teknik Mesin Unesa*. 1 (2). Hal 1- 9.
- Suyitno. (2011). Produksi Gas dari Padatan: Dasar-Dasar, Teknik, Simulasi dan. Aplikasi. Surakarta, Jawa Tengah: UNS Press. UNEP
- Tenaya, I. and Hardiana, M. (2017). Pengaruh Air Fuel Ratio Terhadap Emisi Gas Buang Berbahan Bakar Lpg Pada Ruang Bakar Model Helle-Shaw Cell', *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 5(1), pp. 39–45.
- Lee Y, Jeon K, Lee J-T, et al. (2002). MicroRNA Maturation: Stepwise Processing and Subcellular Localization. *The EMBO journal* 21: 4663-70.
- Bari, S., & Mohammad, E. (2015). Gaseous Emissions from Gasoline-to-CNG/LPG Converted Motorcycles. *SAE Technical Paper* 2015-01-1733.
- Singh, M.K.P., Maniyar, T.S., Alam, MD.G., Lokhande, A.D. et al. (2022). Design & Analysis of LPG Kit for Two Wheeler. *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology (IJSRET)*, 8(3)
- Tira, H.S., Robbani, R.B.J., Nugroho, A., Insan, A., et al. (2025). Exhaust emission analysis of a motorcycle equipped with a Dual Fuel System (Gasoline/LPG). *World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences (WJAETS)*. 15 (3). <https://doi.org/10.30574/wjaets.2025.15.3.1175>
- Yamin, O.M., Nasution, D.M.S., Noer, Z., Lubis, H., Sofie, T.M., et al (2024). Comparative Analysis of Gasoline and Liquefied Petroleum Gas (LPG) Fuel Efficiency in Motorcycle Engines. *Journal of Technomaterial Physics*. 6(2). <https://doi.org/10.32734/jotp.v6i2.18270>
- Kawale, K., Jadhav, A., Narkhede, O., Dongare, P., Mahajan, S., Patil,R., et al. (2025) Design and Modify Automatic Fuel (LPG + Petrol) Shifting System in Two Wheeler. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology (IJARSCT)*. 5 (9). 318-329. DOI: 10.48175/IJARSCT-27041
- Santram, B.S., Salim, T.M.S., Saleem, S.M.S., Mujeebullah, A.S.A., et al. (2015). Dual Fuel Bike (LPG cum Petrol). *International Journal of Recent Research in Civil and Mechanical Engineering (IJRCME)*. 2 (1).
- Kondo, S.H., Diwane, U.S., Deore, L.S., Daund, A.A., Adhangale, P.R., et al. (2022). Modification of Two Wheeler to Run on LPG Fuel. *International Journal of Advanced Research in Innovative Discoveries in Engineering and Applications (IJARIIE)*. 8 (1). 2395-4396.

- Susastriawan, A.A.P., Waluyo, J., Muhajir, K., et al. (2015). Development of LPG Motorcycle for Rural Village in Indonesia. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. 4(7), 370-375.
- Ukpaukure, Y.H., Aimikhe, V., Ojapah, M., et al. (2023) The Evaluation of Liquefied Petroleum Gas (LPG) Utilization as an Alternative Fuel for Motorcycle. *Open Journal of Energy and Efficiency*. 12 (1). [10.4236/ojee.2023.121001](https://doi.org/10.4236/ojee.2023.121001)
- Sudarsanan, G., Kowsalya, M., Palani, R., et al. (2025). Feasibility of Dual-Fuel System in SI Engine Motorcycles Using LPG. *International Journal of Progressive Research in Engineering Management and Science (IJPREAMS)*. 5(3). 1236-1240.
- Tuan, N.T., Dong, N.P. (2022) Improving performance and reducing emissions from a gasoline and liquefied petroleum gas bi-fuel system based on a motorcycle engine fuel injection system. *Journal of the Energy Institute*. 67. 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.01.010>
- Suthisripok, T., Phusakol, N., Sawetkittirut, N., et al. (2017) Bi-fuel System - Gasoline/LPG in A Used 4-Stroke Motorcycle. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 241. 10.1088/1757-899X/241/1/012021
- Duy, V.N., Duc, K.N., Van, N.C., et al. (2021). Real-time driving cycle measurements of fuel consumption and emissions from a gasoline/LPG motorcycle. *Energy Conversion and Management: X*. 12. <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100135>
- Madziel, M. (2025). Investigating Real-world Emissions from Liquefied Petroleum Gas-Fueled Motorcycles. *The Open Transportation Journal*. 19(1). [10.2174/0126671212367963241223053201](https://doi.org/10.2174/0126671212367963241223053201)
- Nagoro, H.A., Suryono, E., Prasetyo, R.D., Nandita, H.A., et al (2020). Performance and emission characteristics of LPG in a spark-ignition engine for motorcycle. *Journal of Physics: Conference Series*. 1517. 10.1088/1742-6596/1517/1/012037
- Nahan, V.A., Hermanto, S. (2014). The Analysis of Ignition Timing on the Engine Performance of Matic Motorcycle Using LPG. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 2 (1).
- Rosyidi, M.I., Widodo, E.M., Purnomo, T.A., Setiyo, M., Karmiadi, D.W., et al. (2020). Converting ToD Vehicle from Gasoline to LPG in Indonesia. *International Journal of Technology (IJTech)*. 11 (1). <https://doi.org/10.14716/ijtech.v11i1.2161>
- Sulaiman, A., Ardiyanta, S., Putra, E.R., et al. (2025). The effect of using alternative LPG gas fuel on efficiency and exhaust emissions of motorcycle. *Journal of Automotive Vacation Education (JAVED)*. 2 (1). 33-39.
- Setiawan, R.J., Herlambang, A. (2018). FUMO (Friendly Urban Motor): Development of 125cc Motorcycle from LPG Gas Fuel Based on Converter Kit Modification. *Jurnal Ilmiah Penalaran dan Penelitian Mahasiswa*. 2. 111-132.
- Gui, V.G., Bui, T.M.T., Nguyen, M.T., Nguyen, L.C.T., Bui, V.H., et al. (2025). Analysis of Combustion Enhancement and GHG Emission Reduction in Hybrid Motorcycles Using LPG. *Case Studies in Thermal Engineering*. 75. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2025.107225>

