



Studi Perbandingan Emisi dan Kinerja Motor Bensin dengan Bahan Bakar Campuran Etanol

Mahardhika Putra Pratama¹, Arief Novianto²

¹Teknologi Rekayasa Otomotif, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan

²Diploma III Teknologi Otomotif, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan

¹21021045@taruna.pktj.ac.id

Abstract

The rapid development of transportation can have an impact on the surrounding environment such as congestion, air pollution, noise pollution, accidents, delays, and increased fuel consumption. Alternative fuels are very necessary and needed to minimize the dangers of the impact of increased motorized vehicles, especially air pollution and increased fuel consumption. Ethanol is one of the alternative fuel sources to replace or as a fuel mixture that is classified as biofuel. The purpose of this study is to determine the impact of ethanol-blend use on exhaust emissions and engine performance in gasoline motorcycles. The ethanol-blend variations used as fuel start from pure pertalite (PE0), pertalite + 5% ethanol (PE5), pertalite + 10% ethanol (PE10), pertalite + 15% ethanol (PE15), and pertalite + 20% ethanol (PE20). The results of this study show that the use of ethanol-blend has an impact on engine performance and exhaust emissions of gasoline motorcycles. PE5 fuel is the best fuel variation with CO exhaust emissions of 0.13% and HC of 26.7 ppm at 4000 rpm engine speed. Meanwhile, the highest torque engine performance was achieved with PE5 fuel with a torque of 114.9 Nm, and the engine power reached 71.6 HP with PE20 fuel. Compared to the use of pure pertalite fuel of 113.6 Nm at 2500 rpm engine speed and 69.0 HP at 5000 rpm engine speed, respectively.

Keywords: Ethanol, Pertalite, Exhaust Emissions, Engine Performance, Gasoline Engines.

Abstrak

Perkembangan transportasi yang semakin pesat dapat berdampak pada lingkungan sekitar seperti kemacetan, polusi udara, polusi suara, kecelakaan, tundaan, dan peningkatan konsumsi bahan bakar. Bahan bakar alternatif sangat perlu dilakukan dan dibutuhkan guna meminimalisir bahaya dari dampak peningkatan kendaraan bermotor terutama polusi udara dan peningkatan konsumsi bahan bakar. Etanol adalah sumber bahan bakar alternatif guna sebagai pengganti dan sebagai campuran bahan bakar fosil (minyak bumi) yang tergolong dalam bahan bakar nabati. Tujuan kajian ini untuk mengetahui dampak penggunaan *ethanol-blend* terhadap emisi kendaraan dan kinerja mesin pada motor bensin. Variasi *ethanol-blend* yang digunakan sebagai bahan bakar mulai dari pertalite murni (PE0), pertalite + etanol 5% (PE5), pertalite + etanol 10% (PE10), pertalite + etanol 15% (PE15), dan pertalite + etanol 20% (PE20). Hasil dari kajian ini menunjukkan bahwa penggunaan *ethanol-blend* berdampak pada kinerja mesin dan emisi gas buang motor bensin. Bahan bakar PE5 merupakan variasi bahan bakar terbaik dengan hasil emisi gas buang CO sebesar 0,13% dan HC sebesar 26,7 ppm pada putaran mesin 4000 rpm. Sedangkan, pada kinerja mesin torsi tertinggi dicapai dengan bahan bakar PE5 dengan besar torsi 114,9 Nm, serta pada daya mesin tercapai 71,6 HP dengan bahan bakar PE20. Dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar pertalite murni masing masing sebesar 113,6 Nm pada putaran mesin 2500 rpm dan 69,0 HP pada putaran mesin 5000 rpm.

Kata kunci: Etanol, Pertalite, Emisi Gas Buang, Kinerja Mesin, Motor Bensin.

1. Pendahuluan

Perkembangan transportasi yang semakin pesat berdampak pada lingkungan sekitar. Peningkatan volume kendaraan bermotor berdampak pada kemacetan, polusi udara, polusi suara, kecelakaan, tundaan, dan peningkatan konsumsi bahan bakar [1]. Menurut data *Air Quality Index* (AQI)

menyatakan bahwa Indonesia berada pada peringkat 14 dunia negara yang memiliki kualitas terburuk pada tahun 2023 [2]. Buruknya kualitas udara dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satu faktor yang mempengaruhi ialah emisi gas buang yang dihasilkan dari proses sistem pembuangan

kendaraan bermotor. Peningkatan kendaraan bermotor berdampak pada penggunaan konsumsi bahan bakar fosil (minyak bumi). Minyak bumi merupakan bahan bakar tidak terbarukan dan penggunaannya yang semakin meningkat berakibat berkurangnya ketersediaan pada alam. Menurut Kepala Satuan Kerja Khusus Pelaksana Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi (SKK Migas), bahwa cadangan minyak bumi di Indonesia diproyeksikan akan habis dalam waktu 12 tahun mendatang sesuai dengan data cadangan minyak pada Februari 2024 [3]. Bahan bakar alternatif sangat perlu dilakukan untuk meminimalisir dan menekan dampak dari penggunaan bahan bakar fosil pada kendaraan bermotor. Etanol merupakan salah satu sumber energi alternatif pengganti atau sebagai campuran bahan bakar yang tergolong dalam bahan bakar nabati [4].

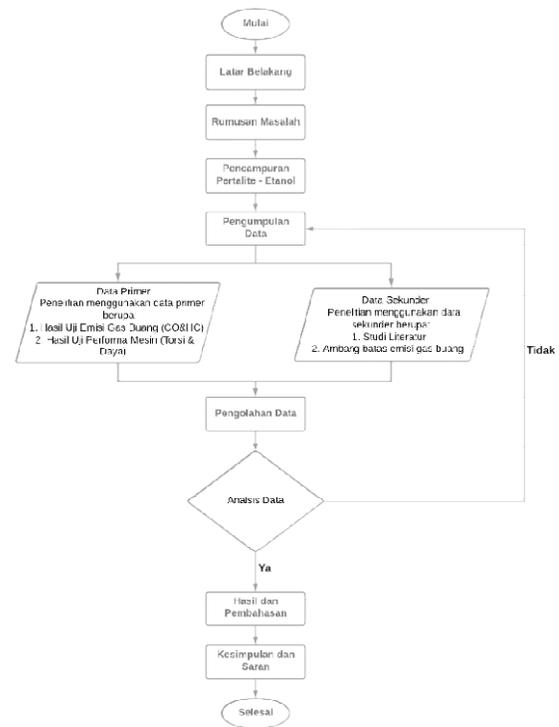
Pemanfaatan etanol dapat digunakan dalam berbagai aspek seperti sebagai bahan bakar alternatif kendaraan bermotor, komposisi bahan kosmetik, dan sebagai pelarut dalam dunia industri. Penggunaan etanol bertujuan untuk meminimalisir emisi gas buang dan dampak terhadap lingkungan [4]. Etanol dapat dicampurkan dengan dengan bahan bakar gasoline yang bertujuan meningkatkan nilai oktan dan kualitas pembakaran mesin kendaraan bermotor [5]. Etanol dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu bioetanol dan metanol yang disebut juga etanol sintetik [6].

Menurut Arifin Nur Nala dkk. (2022) menunjukkan bahwa penambahan etanol dan bensin memiliki efek positif terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang dengan menaikan daya dan torsi masing-masing 7,41 HP dan 8,34 Nm. Sedangkan, untuk emisi gas buang menurunkan CO dan HC sebesar 0,20% dan 66 ppm. Penggunaan pertalite – etanol (*Ethanol-Blend*) tidak hanya mampu memperbaiki kinerja mesin melalui peningkatan daya dan torsi, tetapi juga berpotensi signifikan dalam menurunkan kadar karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC) dalam gas buang. Bahan bakar campuran etanol hiingga campuran 30% mampu meningkatkan daya hingga 7,41 HP dan menurunkan emisi karbonmonoksida (CO) sebesar 0,20% [7]. Dengan demikian, integrasi *ethanol – blend* pada kendaraan konvensional menjadi solusi transisi menuju bahan bakar ramah lingkungan yang aplikatif dan ekonomis.

2. Metode Penelitian

Adapun penelitian ini menggunakan pendekatan metode eksperimental kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui dampak variasi bahan bakar antara pertalite dan etanol terhadap kinerja mesin dan emisi gas buang. Eksperimen dilakukan dengan pengujian langsung terhadap kendaraan menggunakan beberapa perlakuan berbeda (variasi

campuran bahan bakar). Objek penelitian ialah kendaraan bermotor Daihatsu Gran Max *Pick Up* berkapasitas 1500 cc dengan sistem *electronic fuel injection* (EFI). Alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Pencampuran Bahan Bakar

Proses pencampuran bahan bakar antara pertalite dengan etanol dilakukan sesuai dengan persentase campuran dimulai dari 5% sampai dengan 20%. Komposisi campuran bahan bakar sesuai dengan Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Komposisi Presentase Campuran Bahan Bakar Pertalite - Etanol

Kode	Komposisi Pertalite (%)	Komposisi Etanol (%)
PE0	100	0
PE5	95	5
PE10	90	10
PE15	85	15
PE20	80	20

Berdasarkan komposisi bahan bakar pada Tabel 1 proses pencampuran bahan bakar menggunakan alat dan bahan jerigen bersih, gelas ukur, pertalite, dan etanol *fuel grade*. Etanol yang digunakan dengan tingkat kemurnian kandungan etanol 99,5% dengan nama senyawa $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$. Pencampuran bahan bakar menggunakan gelas ukur yang bersih, disesuaikan dengan perencanaan komposisi peneliti. Bahan bakar yang telah dicampur sesuai

dengan komposisi dimasukkan di dalam jerigen bersih sesuai dengan per campuran bahan bakar.

2.2. Pengujian Emisi Gas Buang

Pengujian emisi gas buang dilakukan sesuai dengan SNI 09-7118.1-2005 mengenai cara uji kendaraan bermotor kategori M, N, dan O berpengerak penyalan cetus api pada kondisi *idle*.



Gambar 2. Pengujian Emisi Gas Buang Kendaraan

Berdasarkan Gambar 2 Pengujian emisi gas buang, alat *gas analyzer* yang digunakan pada pengujian emisi gas buang sudah terkalibrasi sesuai dengan standar. Sebelum melakukan pengujian emisi tangki kendaraan dilakukan pengurusan dan pembersihan untuk penggunaan setiap campuran bahan bakar. Jadi untuk pengujian pada setiap variasi bahan bakar dilakukan pengurusan dan pembersihan tangki yang bertujuan untuk menjaga bahan bakar tidak dipengaruhi oleh faktor lain seperti kotoran pada tangki dan bahan bakar sisa pengujian sebelumnya. Pengujian emisi gas buang divariasikan dengan putaran mesin mulai dari *idle*, 1000 rpm, 2000 rpm, 3000 rpm, dan 4000 rpm. Parameter utama pada pengujian emisi yaitu CO dan HC.

2.3. Pengujian Kinerja Mesin

Kendaraan yang telah dilakukan pengujian emisi gas buang, kemudian dilakukan pengujian kinerja mesin. Parameter utama dalam pengujian kinerja mesin merupakan torsi (Nm) dan daya (HP).



Gambar 3. Pengujian Kinerja Kendaraan

Berdasarkan Gambar 3 Pengujian kinerja mesin diuji dengan menggunakan alat *chassis dynamometer* yang telah terkalibrasi. Pada pengujian performa mesin divariasikan dengan penggunaan campuran bahan bakar muali dari pertalite, PE5, PE10, PE15, dan PE20. Sebelum dilakukan pengujian performa mesin, kendaraan yang digunakan dilakukan *tune up* mesin upaya untuk memaksimalkan mesin kendaraan. Pada setiap penggunaan variasi bahan bakar yang berbeda, dilakukan pengurusan dan pembersihan tangki kendaraan bertujuan untuk menjaga kondisi bahan bakar yang diuji tidak terkontaminasi oleh kotoran dari tangki. Selain itu, dilakukan pengecekan suhu mesin kendaraan untuk memastikan suhu mencapai suhu optimal mesin.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian emisi gas buang dan performa mesin kendaraan disajikan dengan tabel dan grafik yang bertujuan untuk mengetahui dampak dari penggunaan bahan bakar pertalite dengan etanol dengan dipengaruhi oleh variasi putaran mesin kendaraan.

3.1. Hasil Uji Emisi Gas Buang

Hasil pengujian emisi gas buang dengan menggunakan bahan bakar campuran PE0, PE5, PE10, PE15, dan PE20 ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 berikut

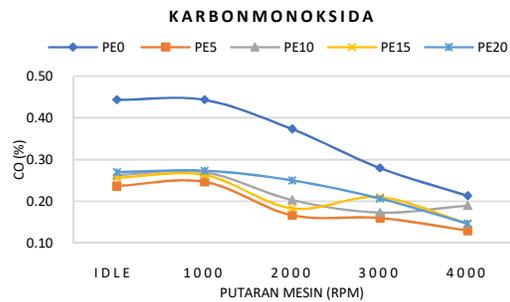
Tabel 2. Tabel Hasil Uji Emisi Gas Buang CO

Rpm	CO (%)				
	PE0	PE5	PE10	PE15	PE20
Idle	0,44	0,24	0,26	0,26	0,27
1000	0,44	0,25	0,27	0,26	0,27
2000	0,37	0,17	0,20	0,18	0,25
3000	0,28	0,16	0,27	0,21	0,21
4000	0,21	0,13	0,19	0,15	0,15

Tabel 3. Tabel Hasil Uji Emisi Gas Buang HC

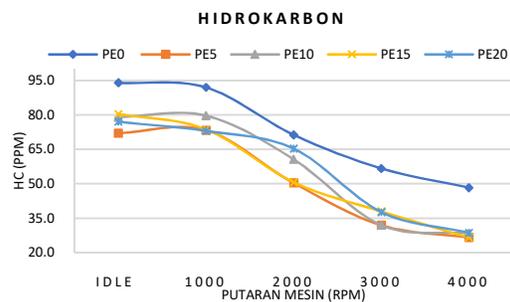
Rpm	HC (ppm)				
	PE0	PE5	PE10	PE15	PE20
Idle	94	72	79	80,3	77
1000	92	73,3	79,7	73,7	73
2000	71,3	50,3	60,7	50,7	65,3
3000	56,7	32	32	38	37,7
4000	48,3	26,7	28,3	26,7	28,7

Hasil uji emisi gas buang menunjukkan bahwa pengujian difokuskan pada dua parameter utama, yaitu karbonmonoksida (CO) dan hidrokarbon (HC). Data diperoleh melalui pengujian menggunakan alat *gas analyzer* pada kendaraan Daihatsu Gran Max 1.5 EFI *Pick Up*, setelah diberi perlakuan variasi bahan bakar pertalite-etanol mulai dari pertalite tanpa campuran etanol (PE0), pertalite-etanol 5% (PE5), pertalite-etanol 10% (PE10), pertalite-etanol 15% (PE15), dan pertalite campur etanol 20% (PE20).



Gambar 4. Grafik Hasil Gas CO

Pada Gambar 4, menunjukkan bahwa emisi terendah terdapat pada variasi bahan bakar pertalite dengan etanol 5% (PE5) tepat saat putaran mesin 4000 rpm. Berdasarkan hasil keseluruhan uji emisi dengan hasil terendah pada PE5 dengan putaran mesin 4000 rpm sebesar 0,13%, hal tersebut menunjukkan bahwa PE5 merupakan campuran yang tepat pada rasio kompresi 9,5:1. Dilihat gambar grafik gas CO bahwa penggunaan bahan bakar campuran pertalite + etanol keseluruhannya dapat menurunkan CO. Namun, semakin tinggi campuran bahan bakar hasil emisi CO semakin meningkat. Hal tersebut dikarenakan proses pembakaran pada mesin kurang sempurna. Presentase campuran bahan bakar dan udara yang terlalu tinggi dapat menjadi penyebab hasil gas CO menjadi tinggi [7].



Gambar 5. Grafik Hasil Gas HC

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan emisi gas buang hidrokarbon (HC) mengalami penurunan dengan penurunan terendah pada putaran mesin 4000 rpm. Hasil gas hidrokarbon (HC) terendah terdapat pada campuran bahan bakar pertalite +

etanol 5% (PE5) dan pertalite + etanol 10% (PE10) sebesar 26,7 ppm. Sesuai dengan gambar 5 menyatakan bahwa dengan bahan bakar campuran pertalite + etanol menurun gas hidrokarbon (HC). Peningkatan konsentrasi campuran etanol pada pertalite menunjukkan bahwa dapat meningkatkan hasil gas hidrokarbon (HC). Peningkatan hasil gas HC disebabkan karena pada variasi PE10, PE15, dan PE20 kurusnya campuran bahan bakar dengan udara. Pada kondisi tersebut pembakaran di dalam mesin menjadi turun dan berakibat pada bahan bakar akan ikut keluar menuju saluran pembuangan yang belum terbakar dengan sempurna [7]. Tingginya nilai gas buang hidrokarbon (HC) disebabkan oleh banyaknya kandungan air pada campuran bahan bakar, sehingga semakin tinggi atau meningkatnya HC maka *power* kendaraan berkurang dan konsumsi bahan bakar meningkat [8].

3.2. Hasil Uji Performa Mesin

Hasil uji performa mesin kendaraan bermotor dengan menggunakan alat *chassis dynamometer* dan variasi bahan bakar campuran mulai dari PE0, PE5, PE10, PE15, dan PE20 ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5 dibawah ini

Tabel 4. Tabel Hasil Uji Kinerja Mesin Torsi

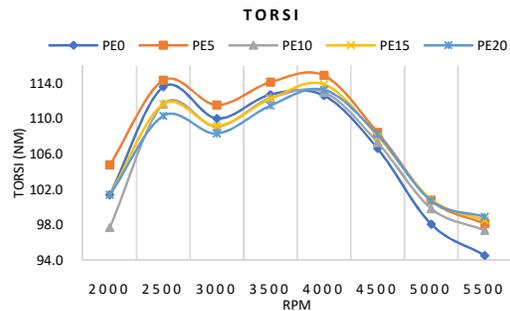
Rpm	Torsi (Nm)				
	PE0	PE5	PE10	PE15	PE20
2000	101,4	104,8	97,7	101,4	101,4
2500	113,6	114,3	111,7	111,6	110,3
3000	110,0	111,5	109,1	109,2	108,3
3500	112,7	114,1	112,3	112,2	111,5
4000	112,6	114,9	113,0	113,9	113,3
4500	106,6	108,5	107,3	108,0	108,2
5000	98,0	100,8	99,8	100,9	100,7
5500	94,5	98,1	97,4	98,5	98,9

Tabel 5. Tabel Hasil Uji Kinerja Mesin Daya

Rpm	Daya (HP)				
	PE0	PE5	PE10	PE15	PE20
2000	28,6	29,6	27,6	28,6	28,7
2500	40,0	40,5	39,4	39,4	38,9
3000	46,6	47,2	46,1	46,1	45,8
3500	55,6	56,3	55,4	55,4	55,0
4000	63,5	64,8	63,7	64,2	64,0
4500	67,6	68,7	68,1	68,5	68,5
5000	69,0	71,1	70,3	71,1	71,3
5500	68,7	71,1	70,7	71,4	71,6

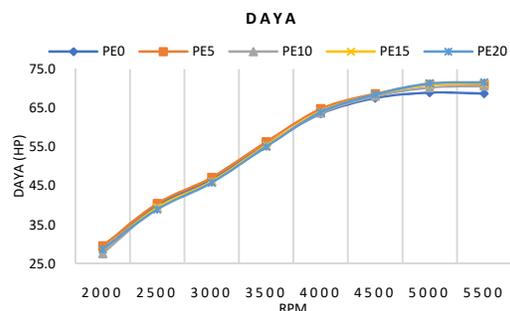
Berdasarkan hasil uji kinerja mesin pada Tabel 4 dan Tabel 5 yang dilakukan dengan alat *chassis dynamometer* dengan torsi (Nm) dan daya (HP) sebagai parameter utama pengujian. Data diperoleh setelah diberi perlakuan dengan menggunakan variasi bahan bakar dengan campuran *ethanol-blend* mulai dari PE0, PE5, PE10, PE15, dan PE20. Selain itu, data diperoleh dari hasil indentifikasi putaran mesin 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm,

3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm, 5000 rpm, dan 5500 rpm.



Gambar 6. Grafik Hasil Torsi Kendaraan

Hasil torsi berdasarkan Gambar 6 menunjukkan bahwa torsi tertinggi terdapat pada saat putaran mesin mencapai 4000 rpm dengan bahan bakar campuran pertalite dengan etanol 5% (PE5). Pada bahan bakar PE5 torsi mencapai titik tertinggi sebesar 114,9 Nm. Berdasarkan gambar 6 terlihat bahwa torsi akan menurun jika putaran mesin (rpm) semakin tinggi. Hal tersebut dapat terjadi karena keterlambatan penyalaan percikan api yang dihasilkan pada proses pembakaran, sehingga hasil nilai torsi akan meningkat mencapai titik maksimum dan akan menurun pada putaran tertentu setelah mencapai torsi maksimum [7]. Torsi berkurang disebabkan karena pembakaran dalam proses pembakaran pendek dan tekanan hasil pembakaran lebih sedikit. Pada *range* putaran mesin 4000 rpm sampai 5500 rpm cenderung menurun. Penurunan torsi disebabkan oleh keterlambatan masuknya bahan bakar pada ruang bakar pada saat putaran mesin tinggi. Pergerakan piston yang cepat menyebabkan rasio bahan bakar dan udara (O_2) tidak sempat mengisi ruang pembakaran secara optimal, hal tersebut menyebabkan tekanan kompresi turun dan menghasilkan torsi yang lebih rendah [8].



Gambar 7. Grafik Hasil Daya Kendaraan

Berdasarkan hasil grafik daya mesin kendaraan pada Gambar 7, grafik menunjukkan bahwa *peak power* (daya tertinggi) terdapat pada saat mencapai putaran mesin 5500 rpm dengan variasi bahan

bakar pertalite dengan etanol 20% (PE20). *Peak power* (daya tertinggi) pada bahan bakar PE20 tercapai sebesar 71,6 HP. Pada gambar grafik menunjukkan bahwa putaran mesin semakin tinggi, maka daya mengalami peningkatan juga. Rentang putaran mesin 2000 rpm sampai dengan 5500 rpm, daya terus mengalami peningkatan. Hal tersebut dikarenakan terjadi pembakaran sempurna yang mana bahan bakar dan udara mencapai rasio stokiometri, sehingga pembakaran menjadi lebih optimal. Tinggi rendahnya daya tergantung pada besar kecilnya torsi yang dihasilkan mesin [9]. Penggunaan bahan bakar beroktan tinggi tidak secara otomatis menjamin ketahanan bahan bakar terhadap peningkatan suhu yang dihasilkan oleh tekanan tinggi di dalam ruang bakar [10]. Dengan demikian, output daya yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan output daya dari bahan bakar yang sesuai dengan spesifikasi rasio kompresi mesin kendaraan.

4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh etanol yang tercampur dengan BBM (pertalite) terhadap emisi gas buang dan performa mesin kendaraan. Berdasarkan hasil pengujian penelitian ini mengindikasikan adanya dampak dari pertalite yang dicampur dengan etanol *fuel grade*. Hasil pada uji emisi menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar campuran etanol (PE5, PE10, PE15, dan PE20) dapat menurunkan emisi gas buang dibandingkan dari bahan bakar pertalite (PE0). Konsentrasi emisi gas buang CO terendah tercatat pada putaran mesin 4000 rpm dengan penggunaan bahan bakar PE5, yaitu sebesar 0,13%, sedangkan nilai emisi HC terendah sebesar 26,7 ppm juga diperoleh pada putaran mesin yang sama dengan jenis bahan bakar yang serupa. Adapun hasil pengujian performa mesin kendaraan menunjukkan bahwa torsi tertinggi dicapai pada 4000 rpm dengan bahan bakar PE5 sebesar 114,9 Nm. Sementara itu, daya maksimum sebesar 71,6 HP dicapai saat bahan bakar campuran PE20 pada putaran mesin 5500 rpm.

Daftar Rujukan

- [1] Priyambodo P., 2018. Analisis Korelasi Jumlah Kendaraan dan Pengaruhnya Terhadap PDRB di Provinsi Jawa Timur. *War Penelit Perhub.* 30 (1), 59.
- [2] Index Quality Air, 2023. *Negara Paling Berpolusi di Dunia 2023 - Rangkings PM2.5*. Tersedia di : <https://www.iqair.com/id/world-most-polluted-countries>. [Accessed 19 Agustus 2024]
- [3] Setiawan, V.N., 2024. *Duh! Ternyata Cadangan Minyak RI Cuma Bertahan Sampai Tahun Segini*. Tersedia di: <https://www.cnbcindonesia.com/news/20240607075917-4-544620/duh-ternyata-cadangan-minyak-ri-cuma-bertahan-sampai-tahun-segini>. [Accessed 15 Januari 2025]
- [4] Arwin, A., Marali, A. M., Dwimas, H., Yusrina, Y. Z.,

2023. Pengaruh Komposisi Campuran Bahan Bakar Etanol Bensin Terhadap Temperatur Dan Lama Nyala Api Pada Pembakaran. *SEBATIK*, 27(1), pp. 287–293.
- [5] Pertamina, 2023. *Bahan Bakar Etanol*. Tersediadi:https://onesolution.pertamina.com/Insight/Page/Bahan_Bakar_Etanol, [Accessed 21 September 2024]
- [6] Qomariyah, L., Sindhuwati, C., 2021. Pengaruh Penambahan Npk Dan Urea Pada Pembuatan Etanol Dari Air Tebu Melalui Proses Fermentasi. *Jurnal Teknologi Separasi*. 7 (2), pp. :82–88.
- [7] Arifin, N. N., Widodo, S., Mawarsih, E., 2022. Uji Eksperimental Pengaruh Gasoline-Ethanol Blend Terhadap Performa Mesin Dan Emisi Gas Buang Pada. *SEMASTER*, 3 (1).
- [8] Mulyono., Hendaryati, R. H., Firdaus, S. N., 2019. Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Bakar (Ethanol-Pertalite) terhadap Performansi pada Sepeda Motor Matic Vario 125cc. In : Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri. Surakarta, 11-12 Desember 2019.
- [9] Sulistiono, F., Kusbandoro, H., 2024. Pengaruh Variasi Bahan Bakar Terhadap Performa Sepeda Motor Cb 150R. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*. 2 (2), pp. 256–269.
- [10] Akbar, F. K., Ruslan, W., Lesmana, I. G. E., 2019. Analisis Performa Mesin Menggunakan Bahan Bakar Pertamina , Pertamina Turbo , Shell Super , Dan Shell V-Power Terhadap Daya Dan Torsi Pada Yamaha Nmax 155CC. In: Seminar Nasional Pakar ke 2 Tahun 2019.