

EFEK *BLENDING* BAHAN BAKAR TERBARUKAN BUTANOL 5% PADA PERTAMAX TERHADAP PERFORMA MESIN BENSIN EFI 150 CC

Sigit Setijo Budi^{1*}, Firman Lukman Sanjaya², Faqih Fatkhurrozak³, Syarifudin⁴, Agus Hut Riyono⁵

^{1*,2,3,4,5} Teknik Mesin Politeknik Harapan Bersama

^{1*,2,3,4,5} Jl. Mataram No 9 Pesurung Lor, Mergadana, Kota Tegal

email: ^{1*}seti08405@gmail.com, ²sanjaya.firman51@gmail.com, ³faqihyani14@gmail.com, ⁴masudinsyarif88@gmail.com, ⁵agushutriyono01@gmail.com

Abstract — Butanol is an alternative energy that is being developed to overcome the energy crisis. This is because butanol has a high Octane number and oxygen content so it can optimize engine performance. This research was carried out to determine the impact of adding butanol to Pertamina on gasoline engine performance. The engine used is a 150 cc EFI petrol engine. The fuel uses Pertamina with butanol additive. Testing uses speed variations of 1000 – 3000 rpm. Test results: The performance of the 150 cc EFI petrol engine using the Pertamina-butanol mixture (P95B5) has increased compared to using pure Pertamina fuel (P100). This can be seen from the increase in torque and power with Pertamina-butanol fuel (P95B5) of 3.57 N.m and 1.12 kW, the highest increase at rpm 3000. Engine fuel consumption decreased when butanol was added compared to pure Pertamina (P100). The lowest fuel consumption occurred with Pertamina-butanol (P95B5) fuel at 0.21 ml/s when the engine speed was 100 rpm. Meanwhile, the highest fuel consumption occurred in Pertamina fuel (P100) at 0.62 ml/s when the engine speed was 3000 rpm.

Abstrak - Butanol merupakan salah satu alternative energy yang sedang dikembangkan untuk mengatasi krisis energi. Hal ini karena butanol memiliki Octane number dan kandungan oksigen yang tinggi sehingga dapat mengoptimalkan performa mesin. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dampak penambahan butanol pada pertamax terhadap performa mesin bensin. Mesin yang digunakan mesin bensin EFI 150 cc. Bahan bakar menggunakan pertamax dengan aditif butanol. Pengujian menggunakan variasi kecepatan 1000 – 3000 rpm. Hasil uji Performa mesin bensin EFI 150 cc dengan bahan bakar campuran pertamax-butanol (P95B5) mengalami kenaikan dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar pertamax murni (P100). Hal ini terlihat dari meningkatnya torsi dan daya pada bahan bakar pertamax-butanol (P95B5) sebesar 3,57 N.m dan 1,12 k.W peningkatan tertinggi pada rpm 3000. Konsumsi bahan bakar mesin mengalami penurunan saat butanol ditambahkan dibandingkan dengan pertamax murni (P100). Konsumsi bahan bakar terendah terjadi pada bahan bakar pertamax-butanol (P95B5) sebesar 0,21 ml/dt pada saat putaran mesin 100 rpm. Sedangkan konsumsi bahan bakar tertinggi terjadi pada bahan bakar pertamax (P100) sebesar 0,62 ml/dt pada saat putaran mesin 3000 rpm.

Kata Kunci : Butanol, pertamax, performa, mesin bensin

I. PENDAHULUAN

Krisis bahan bakar merupakan masalah yang sedang menjadi fokus pemerintah untuk diselesaikan. Salah satu solusinya adalah penggunaan *alternatvie energy* yang dapat diperbaharui. Penambahan alkohol pada *gasoline* adalah salah

satu bentuk proses peralihan bahan bakar fosil pada *alternative energy* untuk mengatasi krisis bahan bakar [1]. Pengujian dilakukan dengan mempertimbangkan performa dan emisi gas buang mesin bensin dengan menggunakan *gasoline* yang dicampur alkohol. Alkohol yang sedang dikembangkan adalah butanol [2].

Butanol merupakan alkohol dengan bahan dasar nabati seperti buah naga dan ganggang. Bahan baku tersebut tidak mengganggu pasokan pangan dan termasuk banyak di Indonesia [3]. Selain itu, butanol juga memiliki *octane number* lebih tinggi dibanding *gasoline* sehingga terjadi peningkatan *octane number* pada campuran bahan bakar. Hal ini mengoptimalkan torsi mesin karena semakin tinggi *octane number* semakin besar kemampuan bahan bakar menerima tekanan piston sehingga ledakan yang terjadi pun meningkat dan torsi mesin meningkat [4]. Oksigen pada butanol membantu memperbaiki oksidasi dalam ruang bakar. Proses oksidasi berperan dalam pelepasan energi panas dalam pembakaran. Semakin baik oksidasi dalam silinder semakin baik energi panas yang dihasilkan. Panas yang dilepaskan bereaksi mendorong piston saat langkah usaha dan meningkatkan daya mesin [5]. Tingginya panas laten penguapan pada butanol salah satu yang menonjol dan menjadi alasan butanol menjadi pilihan yang baik. Hal ini meningkatkan proses penguapan campuran bahan bakar saat di injeksikan kedalam silinder. Penguapan yang baik menyebarkan campuran bahan bakar pada seluruh ruang bakar dan proses perambakan nyala api semakin meningkat dan merata sehingga campuran bahan bakar dalam silinder seluruhnya terbakar dengan optimal. Proses ini menghasilkan energi panas dan meningkatkan daya mesin [6] [7].

Penambahan butanol pada pertamax di uji pada mesin bensin untuk mengetahui dampaknya terhadap performa. Dengan pengujian tersebut diharapkan butanol menjadi salah satu *alternative energy* untuk mengurangi krisis bahan bakar tanpa menurunkan performa mesin.

***) penulis korespondensi:** Sigit Setijo Budi

Email: seti08405@gmail.com

II. PENELITIAN YANG TERKAIT

Tahun 2022 dilakukan penelitian penambahan butanol pada mesin bensin transmisi otomatis 110 cc. Pengujian menggunakan variasi kecepatan 3000 – 9000 rpm dengan 7%,

12% dan 18% butanol yang dicampurkan pada *gasoline*. Hasil pengujian menghasilkan daya dan efisien termal tertinggi sebesar 8,3 kW dan 923,96 kPa pada kecepatan 8000 rpm dengan penambahan butanol 18%. Torsi mesin dan MEP juga meningkat dengan nilai tertinggi 8 N.m 923,95 kPa pada kecepatan 8000 rpm dengan penambahan butanol 18%. Namun, konsumsi spesifik bahan bakar mengalami penurunan tertinggi terjadi pada kecepatan 8000 rpm dengan penambahan butanol 18% sebesar 0,35 kg/kWh. Hal ini karena kandungan oksigen butanol tinggi dibanding *gasoline*. Oksigen butanol meningkatkan kandungan oksigen dalam silinder dan proses pembakaran lebih sempurna sehingga performa mesin meningkat dengan penggunaan bahan bakar yang minimum [8]. Syarifudin, dkk., (2019) [9] juga meneliti penggunaan butanol dengan pada mesin diesel. Penambahan butanol meningkatkan daya dan torsi mesin. Hal ini karena *Octane number* butanol tinggi sehingga saat dicampur *octane number* bahan bakar juga meningkat dan membantu meningkatkan gaya tahan saat piston melakukan tekanan pada langkah kompresi. Semakin tinggi tekanan yang dapat ditahan bahan bakar semakin tinggi langkah piston dan campuran bahan bakar dan udara terkompresi meningkat sehingga ledakan lebih besar dan gaya dorong pada piston lebih tinggi. Hal ini menghasilkan torsi mesin yang tinggi pula [10]; [11] [12]; [13].

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan mesin bensin EFI 150cc. Kecepatan mesin yang digunakan dalam pengujian 1000 rpm, 2000 rpm dan 3000 rpm. Mesin bensin terhubung dengan dynotest untuk mengukur performa mesin. Adapun gambar mesin ditunjukkan pada Gambar 1. dan spesifikasi mesin dipaparkan pada tabel 1.



Gambar 1. Mesin bensin EFI 150 cc yang terhubung dengan dynotest.

Tabel 1. Spesifikasi Mesin

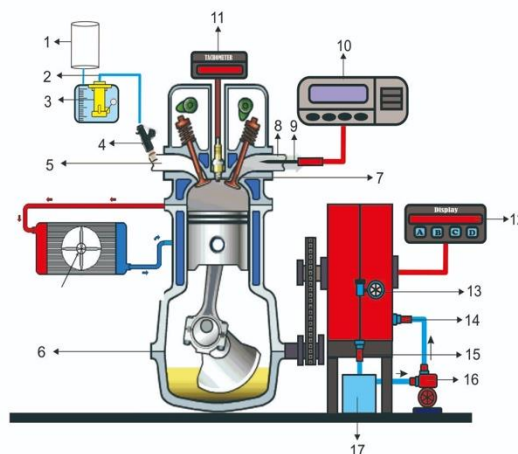
No	Spesifikasi	Keterangan
1	Sistem Katup	SOHC, 4 katup
2	Kapasitas	148,9 CC
3	Sistem Bahan Bakar	Fuel Injection
4	Perbandingan Kompresi	10,4 : 1
5	Daya Maksimum	11,1 kW / 8500 rpm
6	Torsi Maksimum	13,1 N.m / 7500 rpm

Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini adalah pertamax dan alkohol butanol. Butanol yang digunakan adalah 90% PA (Pro Analist). Persentase butanol pada campuran pertamax adalah 5% (P95B5) dengan total volume 100 ml. Adapun sifat fisik ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Sifat Fisik Bahan bakar [12]; [13]

No	Sifat Fisik	Pertamax	Butanol
1	Angka Oktan (RON)	92	98,3
2	Viskositas (pa.s)	0,4	2,63
3	Titik Nyala (°C)	52	33,3
4	Massa Jenis (kg/m ³)	752	815
5	Kandungan Oksigen (%)	0	21,6

Pada proses pengujian penting dalam setting alat ukur dan mesin. Setting mesin dalam kondisi prima. Oleh karena itu sebelum melakukan pengujian mesin bensin dilakukan tune up terlebih dahulu. Alat ukur juga dikalibrasi dan pastikan sesuai dengan standar. Langkah awal, pertamax dan butanol dicampur dan diaduk menggunakan *mixer* agar bahan bakar tercampur merata dan homogen. Mesin bensin dinyalakan dan setting pada kecepatan 1000. 2000 dan 3000 rpm. Campuran bahan bakar dimasukkan kedalam buret dan didorong oleh *fuel pump* menuju injektor dan semprotkan agar masuk silinder dalam bentuk kabut saat bertabrakan dengan udara di *intake manifold*. *Output* mesin disambungkan dengan *dynotest* untuk mengukur beban yang diterima mesin dan dimunculkan pada display *dynotest*. Konsumsi bahan bakar diukur menggunakan *burret* dan dihitung waktu habis bahan bakar selama proses uji menggunakan *stopwatch*. Skema *setting* mesin ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Set up mesin uji

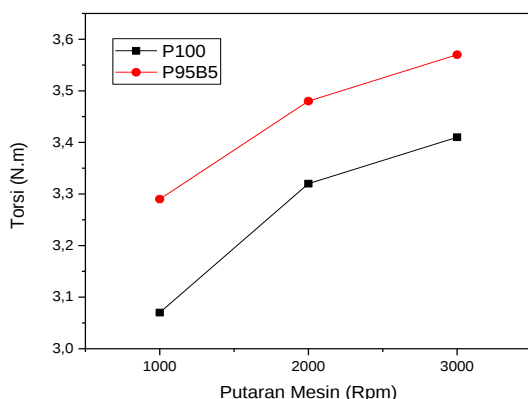
Keterangan :

1. *Mixer*
2. saluran bahan bakar
3. *fuel pump*
4. *injector*
5. *intake*
6. *engine*
7. busi
8. *exhaust*
9. *termokople*
10. *display termokople*
11. *tachometer*
12. *display dynotest*
13. katup pembebanan
14. *input pendinginan*
15. *output pendingin*
16. pompa pendingin

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Torsi Mesin

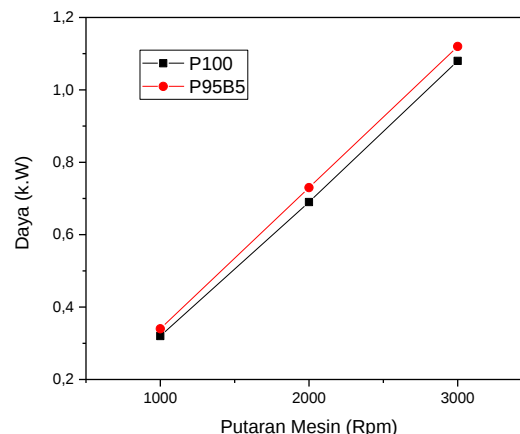
Pengujian torsi mesin menggunakan butanol 5% (P95B5) yang dicampur pada pertamax. Kecepatan mesin divariasikan dari 1000 – 3000 rpm. Secara umum, pengujian torsi menggunakan pertamax dan campuran pertamax-butanol mengalami peningkatan seiring kenaikan putaran mesin (rpm). Penggunaan bahan bakar pertamax-butanol (P95B5), menghasilkan torsi mesin lebih tinggi dibandingkan bahan bakar pertamax murni (P100). Torsi tertinggi terjadi pada bahan bakar pertamax-butanol (P95B5) sebesar 3,57 N.m saat putaran mesin 3000 rpm. Sedangkan torsi terendah terjadi pada bahan bakar pertamax murni (P100) sebesar 3,07 N.m saat putaran mesin 1000 rpm. Peningkatan torsi disebabkan karena butanol memiliki angka oktan yang tinggi dibandingkan dengan pertamax sehingga tekanan dalam silinder meningkat dan ledakan yang dihasilkan sesaat setelah kompresi meningkat sehingga torsi mesin meningkat [11] [12]. Gambar 3 menunjukkan hasil uji torsi mesin.



Gambar 3. Torsi mesin bensin berbahan bakar pertamax dan pertamax-butanol.

B. Daya mesin

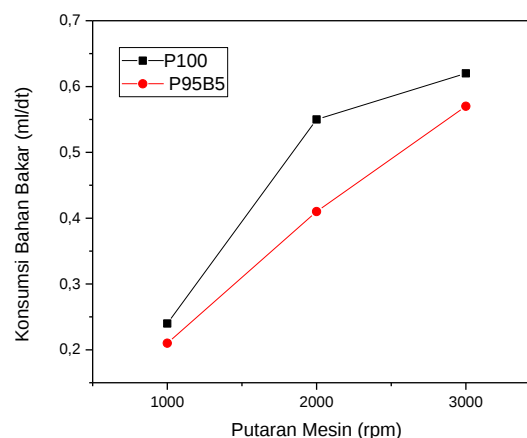
Pengujian ini dilakukan dengan variasi putaran mesin 1000 rpm, 2000 rpm dan 3000 rpm. Daya mesin hasil pengujian dibandingkan antara penggunaan pertamax murni (P100) dengan pertamax-butanol (P95B5). Secara umum, pengujian daya menggunakan bahan bakar pertamax dan campuran pertamax-butanol mengalami peningkatan seiring kenaikan putaran mesin (rpm). Penggunaan bahan bakar pertamax-butanol (P95B5) menghasilkan daya mesin yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar pertamax murni (P100). Daya tertinggi terjadi pada bahan bakar pertamax-butanol (P95B5) sebesar 1,12 kW pada saat putaran mesin 3000 rpm. Sedangkan daya terendah terjadi pada bahan bakar pertamax murni (P100) sebesar 0,32 kW pada saat putaran mesin 100 rpm. Peningkatan daya disebabkan tingginya oksigen pada butanol yang tinggi dibanding pertamax. Oksigen dalam proses pembakaran berperan merambatkan nyala api. Penambahan butanol meningkatkan kandungan oksigen dalam silinder sehingga perambatan nyala api meningkat dan bahan bakar terbakar lebih optimal. Hal ini menghasilkan daya mesin lebih tinggi [6] [13]. Hasil uji daya mesin ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Daya mesin bensin berbahan bakar pertamax dan pertamax-butanol.

C. Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar digunakan untuk mengukur volume bahan bakar yang habis dalam satuan waktu proses pengujian. Secara umum, pengujian konsumsi bahan bakar menggunakan bahan bakar pertamax dan pertamax-butanol mengalami peningkatan seiring kenaikan putaran mesin (rpm). Penggunaan bahan bakar pertamax-butanol (P95B5), menghasilkan konsumsi bahan bakar mesin lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar pertamax murni (P100). Konsumsi bahan bakar terendah terjadi pada bahan bakar pertamax-butanol (P95B5) sebesar 0,21 ml/dt pada saat putaran mesin 1000 rpm. Sedangkan konsumsi bahan bakar tertinggi terjadi pada bahan bakar pertamax (P100) sebesar 0,62 ml/dt pada saat putaran mesin 3000 rpm. Penambahan butanol pada pertamax menurunkan konsumsi bahan bakar. Hal ini karena butanol memiliki panas laten penguapan yang tinggi sehingga campuran bahan bakar dapat menguap lebih baik. Penguapan dalam silinder dapat meningkatkan rambat nyala api sehingga bahan bakar terbakar seluruhnya dan tidak ada sisa bahan bakar yang terbuang sia sia [14] [15]. Hasil uji konsumsi bahan bakar ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Konsumsi bahan bakar mesin bensin berbahan bakar pertamax dan pertamax-butanol

V.KESIMPULAN

Butanol merupakan salah satu bentuk *alternative energy* yang sedang dikembangkan untuk mengatasi krisis energi. Butanol diuji dengan dicampurkan pada pertamax untuk mengetahui dampaknya terhadap performa mesin. Hasil uji Performa mesin bensin EFI 150 cc dengan bahan bakar campuran pertamax-butanol (P95B5) mengalami kenaikan dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar pertamax murni (P100). Hal ini terlihat dari meningkatnya torsi dan daya pada bahan bakar pertamax-butanol (P95B5) sebesar 3,57 N.m dan 1,12 k.W peningkatan tertinggi pada rpm 3000, sedangkan torsi dan daya terendah terjadi pada bahan bakar pertamax murni (P100) sebesar 3,07 N.m dan 0,32 k.W pada 1000 rpm. Penggunaan bahan bakar pertamax-butanol (P95B5), menghasilkan konsumsi bahan bakar mesin lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar pertamax murni (P100). Konsumsi bahan bakar terendah terjadi pada bahan bakar pertamax-butanol (P95B5) sebesar 0,21 ml/dt pada saat putaran mesin 100 rpm. Sedangkan konsumsi bahan bakar tertinggi terjadi pada bahan bakar pertamax (P100) sebesar 0,62 ml/dt pada saat putaran mesin 3000 rpm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan kepada Politeknik Harapan Bersama khususnya Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat yang telah mendukung dan membantu penelitian ini.

3 DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. C. Zhao, S. B. Wang, T. Z. Yu, and P. Sun, "Study on combustion and emissions characteristics of acetone-butanol-Ethanol(ABE)/gasoline premixed fuel in CISI engines," *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 51, no. September, p. 103591, 2023, doi: 10.1016/j.csite.2023.103591.
- [2] F. L. Sanjaya, M. K. Usman, F. Fatkhurrozak, S. Syarifudin, and A. B. Hendrawan, "Efek Pencampuran Butanol dan Diethyl Ether (DEE) Pada Pertalite Terhadap Torsi, Daya dan Brake Spesific Fuel Consumption Mesin Bensin 160cc," *Infotekmesin*, vol. 14, no. 2, pp. 280–284, 2023, doi: 10.35970/infotekmesin.v14i2.1906.
- [3] F. L. Sanjaya, S. Syarifudin, and F. Fatkhurrozak, "Efek Penambahan Butanol Terhadap Emisi dan Temperatur Gas Buang Mesin Bensin EFI Menggunakan EGR," *Infotekmesin*, vol. 13, no. 1, pp. 8–12, 2022, doi: 10.35970/infotekmesin.v13i1.677.
- [4] Z. Tian, X. Zhen, Y. Wang, D. Liu, and X. Li, "Combustion and emission characteristics of n-butanol-gasoline blends in SI direct injection gasoline engine," *Renew. Energy*, vol. 146, pp. 267–279, 2020, doi: 10.1016/j.renene.2019.06.041.
- [5] I. E. Yousif and A. M. Saleh, "Butanol-gasoline blends impact on performance and exhaust emissions of a four stroke spark ignition engine," *Case Stud. Therm. Eng.*, vol. 41, no. September 2022, p. 102612, 2023, doi: 10.1016/j.csite.2022.102612.
- [6] A. Verma, N. S. Dugala, and S. Singh, "Experimental investigations on the performance of SI engine with Ethanol-Premium gasoline blends," *Mater. Today Proc.*, vol. 48, no. xxxx, pp. 1224–1231, 2021, doi: 10.1016/j.matpr.2021.08.255.
- [7] F. L. Sanjaya, Syaiful, and D. N. Sinaga, "Effect of Premium-Butanol Blends on Fuel Consumption and Emissions on Gasoline Engine with Cold EGR System," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol.

1373, no. 1, pp. 11–17, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1373/1/012019.

- [8] G. Setyono, D. Khusna, N. Kholili, L. P. Sanjaya, and F. G. A. Putra, "Effect of Butanol-Gasoline Blend Toward Performance Matic-Transmission Applied in Single Cylinder Capacity Engine," *Infotekmesin*, vol. 14, no. 1, pp. 28–34, 2023, doi: 10.35970/infotekmesin.v14i1.1629.
- [9] S. Syarifudin and S. Syaiful, "Pengaruh Penggunaan Energi Terbarukan Butanol Terhadap Penurunan Emisi Jelaga Mesin Diesel Injeksi Langsung Berbahan Bakar Biodiesel Campuran Solar Dan Jatropa," *Infotekmesin*, vol. 10, no. 1, pp. 18–22, 2019, doi: 10.35970/infotekmesin.v10i1.20.
- [10] Z. Guo *et al.*, "Experimental study on combustion and emissions of an SI engine with gasoline port injection and acetone-butanol-ethanol (ABE) direct injection," *Fuel*, vol. 284, no. July 2020, p. 119037, 2021, doi: 10.1016/j.fuel.2020.119037.
- [11] G. Setyono, D. Khusna, N. Kholili, L. Putra Sanjaya, and F. G. Argil Putra, "Investigation of Exhaust Emissions Combustion Characteristics in Single Spark Ignition-Engine Matic with Butanol-Gasoline Mixture," *Infotekmesin*, vol. 14, no. 2, pp. 273–279, 2023, doi: 10.35970/infotekmesin.v14i2.1903.
- [12] E. Yohana and F. Fatkhurrozak, "Korelasi Konsentrasi Etanol 5 % Pada Bahan Bakar Gasolin Terhadap Performa , dan Emisi Gas Buang Mesin Bensin 150cc," vol. 14, no. 01, pp. 149–154, 2023, doi: 10.35970/infotekmesin.v14i1.1737.
- [13] Syarifudin, F. Fatkhurrozak, F. L. Sanjaya, E. Yohana, Syaiful, and A. Wibowo, "The Effect of Ethanol on Brake Torque, Brake Specific Fuel Consumption, Smoke Opacity, and Exhaust Gas Temperature of Diesel Engine 4JB1 Fueled by Diesel-Jatropha Oil," *Automot. Exp.*, vol. 5, no. 2, pp. 230–237, 2022, doi: 10.31603/ae.6447.
- [14] M. Z. Işık, H. Bayındır, B. İscan, and H. Aydın, "The effect of n-butanol additive on low load combustion, performance and emissions of biodiesel-diesel blend in a heavy duty diesel power generator," *J. Energy Inst.*, vol. 90, no. 2, pp. 174–184, 2017, doi: 10.1016/j.joei.2016.02.006.
- [15] F. L. Sanjaya, S. Syaiful, and S. Syarifudin, "Brake spesific fuel consumption, brake thermal efficiensy, dan emisi gas buang mesin bensin EFI dengan sistem EGR berbahan bakar premium dan butanol," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 2, pp. 170–176, 2020, doi: 10.24127/trb.v9i2.1178.