

ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR MOTOR MENGGUNAKAN CAMPURAN BIO FUEL DAN PERTALITE

Wawan Rauf¹⁾, Sahional Ishak²⁾, Novriyanti Talango³⁾

^{1,2)}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Gorontalo

¹⁾wawanrauf241193@yahoo.com, ²⁾sahionalishak781@yahoo.co.id, ³⁾novriyantitalango12@gmail.com

ABSTRACT

Currently, the amount of existing oil reserves is decreasing because fossil fuels are a non-renewable energy source. This also causes fluctuations in the supply and price of fuel oil. This study aims to analyze the consumption of mixed ethanol and pertalite fuels compared to the consumption of pure pertalite. The test motor used is equipped with CDI of various types. The research was conducted experimentally by utilizing a dynamometer chassis so that testing is possible without moving places. The percentage of pertalite and ethanol mixtures were varied, respectively E15 and E30, compared to their consumption with pure pertalite consumption. The mixture of gasoline and ethanol was mixed before the test to avoid separation between gasoline and ethanol when stored for a long time. The results of the study showed that the use of a mixture of pertalite and 15% ethanol fuel had lower consumption compared to the consumption of pure pertalite fuel and a mixture of pertalite and 30% ethanol. The percentage reduction was written as 2.86944% for the use of standard CDI, 2.73224% for CDI programable switch 1 and 2.67738% for CDI programable switch 2.

ABSTRAK

Saat ini jumlah cadangan minyak bumi yang ada semakin menipis disebabkan bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Ini pula yang menyebabkan adanya fluktuasi suplai dan harga bahan bakar minyak. Penelitian ini bertujuan menganalisis konsumsi bahan bakar campuran etanol dan pertalite yang dibandingkan dengan konsumsi pertalite murni. Motor uji yang digunakan dilengkapi dengan CDI yang divariasikan jenisnya. Riset dilakukan secara eksperimental dengan memanfaatkan chasis dinamometer sehingga memungkinkan pengujian tanpa berpindah tempat. Presentase campuran pertalite dan etanol divariasikan masing-masing E15 dan E30 dibandingkan konsumsinya dengan konsumsi pertalite murni. Campuran bensin dan etanol dicampur sebelum pelaksanaan pengujian untuk menghindari terjadinya pemisahan antara bensin dan etanol saat disimpan lama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan campuran bahan bakar pertalite dan etanol 15% memiliki konsumsi lebih rendah dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar pertalite murni serta campuran pertalite dan etanol 30%. Presentase penurunan tersebut dituliskan 2.86944% untuk penggunaan CDI standar, 2.73224% untuk CDI programable switch 1 dan 2.67738% untuk CDI programable switch 2.

Kata kunci: CDI; Pertalite; etanol; konsumsi

1. PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil merupakan sumber energi yang tidak dapat diperbaharui. Saat ini jumlah cadangan minyak bumi yang ada semakin menipis. Hal ini menyebabkan adanya fluktuasi suplai dan harga bahan bakar minyak. Kelangkaan bahan bakar minyak yang terjadi belakangan ini telah memberikan dampak yang sangat luas dalam kehidupan masyarakat. Sektor yang paling cepat terkena dampaknya adalah sektor transportasi. Salah satu cara untuk mengurangi konsumsi bahan bakar pada kendaraan adalah dengan mengurangi hambatan aerodinamika (Tarakka, 2020) (Rauf 2020) (Tarakka, 2021) (Rauf, 2022) (Tarakka, 2022), (Boli, 2023) (Tarakka, 2023) (Rauf, 2024). Selain itu pemanfaatan energi bahan bakar terbarukan bisa menjadi alternatif.

Indonesia memiliki banyak sumber daya alam yang biasa diolah menjadi bahan bakar terbarukan. Salah satu jenis bahan bakar terbarukan yang aman terhadap lingkungan adalah bio-ethanol (Rifal dan Rauf, 2024).

Bio- ethanol dibuat dari bahan baku tanaman yang mengandung pati seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, dan sagu melalui proses fermentasi. Sebagai bahan bakar alternatif, bio- ethanol dapat digunakan secara murni atau dicampurkan dengan bensin. Bio-ethanol yang secara teoritik memiliki angka oktan di atas standar maksimal bensin, cocok diterapkan sebagai substitusi sebagian ataupun keseluruhan pada mesin bensin.

Mesin bensin empat langkah sangat umum digunakan saat ini. Proses pembakaran dalam mesin bensin empat langkah dipengaruhi oleh adanya campuran udara dengan bahan bakar, tekanan kompresi, dan pengapian. Penggunaan bahan bakar campuran bensin dan bio-ethanol.

akan menyebabkan perubahan pada unjuk kerja mesin. Ethanol mempunyai nilai oktan yang lebih tinggi dari pada pertalite menyebabkan lebih sulit terbakar. Sehingga untuk mendapatkan unjuk kerja yang optimum perlu dilakukan beberapa modifikasi pada mesin.

Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah modifikasi pengapian.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Hsieh et al., 2002 telah meneliti unjuk kerja mesin dan polusigas buang dari penggunaan bahan bakar campuran bensin dan ethanol pada mesin bensin. Variasi campuran bensin dan ethanol yang dipakai adalah 0%, 5%, 10%, 20%, dan 30%. Hasil penelitiannya menyebutkan bahwa dengan peningkatan kandungan anethanol, nilai kalor (heatingvalue) campuran bahan bakar menurun, tetapi angka oktan bahan bakar meningkat. Hasil pada pengujian mesin menunjukkan bahwa penggunaan campuran ethanol dan bensin akan meningkatkan torsi dan konsumsi bahan bakar (Hsieh et al, 2002).

Topgul dkk telah meneliti unjuk kerja mesin dan emisi gas buang dari penggunaan campuran bensin tanpa timbal-ethanol (E10, E20, E40, E60). Percobaan dilakukan dengan variasi rasio kompresi dan timing pengapian pada kecepatan konstan 2000rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran bensin tanpa timbal ethanol akan meningkatkan torsi dan mengurangi emisi karbon monoksida (CO) dan Hidro carbon (HC) (Topgul et al, 2006).

Hartanto dkk meneliti terkait pemanfaatan bioaditif serai wangi etanol terhadap kendaraan berbahan bakar petalite. Bioaditif serai wangi digunakan sebagai bahan tambah etanol untuk menganalisis konsumsi bahan bakar, emisi, akselerasi, dan performa kendaraan. Hasil penelitian menunjukkan penambahan bioaditif minyak serai wangi etanol pada bahan bakar fosil pertalite memberikan hasil terbaik dari sisi konsumsi bahan bakar, akselerasi dan emisi. Dari hasil riset ditemukan bahwa konsumsi bahan bakar 5.98% lebih irit, akselesrasi naik 0.90%, terjadi penurunan emisi serta tenaga motor mengalami penurunan 5.4% (Hartanto dkk 2019).

Ishak dan Rauf meneliti terkait analisis konsumsi motor berbahan bakar etanol premium. Presentase campuran etanol premium divariasikan masing-masing etanol 25%, etanol 50%, dan etanol 75%. Pengujian dilakukan pada variasi putaran mesin 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, 3500 rpm, 4000 rpm, 4500 rpm, 5000 rpm. Hasil riset memperlihatkan bahwa pada semua jenis bahan bakar, terjadi peningkatan konsumsi seiring meningkatnya putaran mesin. Konsumsi terendah diperoleh pada campuran bahan bakar etanol 25% dan premium 75% sebesar 13.8%. Sedangkan konsumsi bahan bakar tertinggi diperoleh pada penggunaan campuran etanol 75% dan premium 25% (Ishak dan Rauf 2024).

2.1. Motor Bakar 4 Langkah

Mesin empat langkah merupakan mesin yang populer digunakan sebagian besar pabrikan otomotif. Motor bakar empat langkah memerlukan empat kali gerakan piston naik turun atau dua kali putaran poros

engkol atau 720° untuk mendapatkan sekali langkah tenaga. Jika dibandingkan dengan mesin dua langkah, mesin empat langkah mempunyai reaksi yang lebih lambat dalam akselerasi. Dengan menggunakan mekanisme katup, maka efisiensi dari mesin ini lebih baik dari motor dua langkah karena bahan bakar yang terbuang lebih sedikit, namun kontruksi mesin menjadi lebih rumit. Untuk motor empat langkah diawali dengan langkah hisap, langkah kompresi, langkah usaha, dan langkah buang.

2.2. Air Fuel Ratio

Air Fuel Ratio adalah perbandingan udara dan bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar mesin. Teori steikiometri menyatakan AFR yang ideal adalah 14,7:1. Artinya untuk membakar 1 gram bahan bakar etanol dan bensin dibutuhkan 14,7 gram udara untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna. AFR yang terbentuk tidak selalu secara teoritis, karena pada kenyataannya mesin bekerja pada kondisi yang tidak konstan tergantung beban mesin.

Untuk menghitung seberapa besar penyimpangan jumlah udara dalam campuran dibandingkan dengan kebutuhan secara teori dirumuskan suatu perhitungan yang disebut dengan istilah Lambda. Secara sederhana dirumuskan sebagai berikut:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah udara sesungguhnya}}{\text{jumlah udara sesuai teori stoikiometri}} \quad (1)$$

Jika udara sesungguhnya 14.7, maka : $\lambda = 14.7/14.7 = 1$ artinya:

$\lambda=1$, berarti campuran ideal, karena yang terjadi pada kondisi nyata tersebut sesuai dengan teori stoikiometri.

2.3. Ignition Timing

Untuk mendapatkan tenaga yang maksimal dari *engine* maka campuran udara dan bahan bakar terkompresi harus memberikan tekanan yang maksimal pada awal langkah ekspansi, sehingga pembakaran harus dimulai sebelum piston mencapai titik mati atas. Hal ini dilakukan karena terjadi jeda (*time lag*) antara pencetus busi pemanas dengan awal terjadinya pembakaran bahan bakar dan juga tergantung sifat pembakarannya (*combustion properties*) masing-masing -bahan bakar mempunyai waktu tertentu untuk mengakhiri proses pembakaran. Akibatnya adalah tekanan maksimum tidak dapat dihasilkan pada saat volume ruang bakar minimum (TDC) sehingga muncul *time losses*.

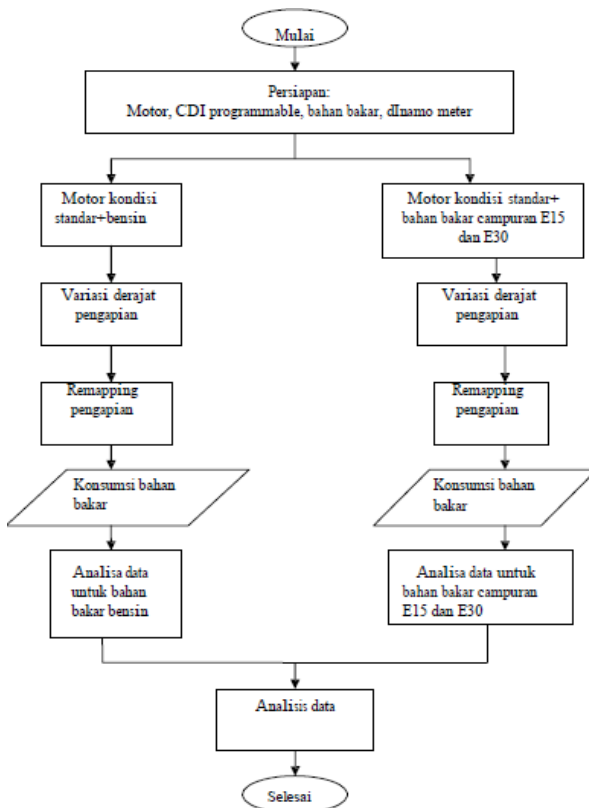
Pengaturan waktu pengapian yang tepat merupakan hal yang penting karena masing-masing *engine* memiliki waktu pengapian optimal pada kondisi standarnya. Jika pencetus bunga api pemanas terlalu cepat (*soon*) maka akhir pembakaran akan terjadi sebelum langkah kompresi selesai sehingga tekanan yang dihasilkan akan melawan arah gerakan piston yang berakibat pada penurunan tenaga yang dihasilkan, hal ini disebut *direct losses*. Dan sebaliknya jika pencetus sumber api terlalu lambat (*late*) maka piston sudah melakukan langkah ekspansi

sebelum terbentuk tekanan yang tinggi. Akibatnya tenaga yang dihasilkan tidak maksimal. Berikut ini adalah beberapa hal yang mempengaruhi waktu pengapian (*ignition timing*) antara lain:

- a. Kecepatan *engine*
Dengan naiknya kecepatan mesin maka laju pembakaran akan naik sehingga waktu penyalaan harus lebih lambat.
- b. Campuran bahan bakar-udara
Semakin kaya campuran bahan bakar-udara maka pembakaran akan lebih cepat.
- c. Bagian beban operasi
Presentase beban operasi diatur dengan bukaan katub (*throttle*) pada beban-beban sebagian waktu penyalaan harus dimajukan.
- d. Tipe bahan bakar
Ignition delay akan bergantung pada jenis bahan bakar yang digunakan. Untuk mendapatkan tenaga yang maksimal maka pada bahan bakar dengan laju pembakaran yang lambat waktu pengapian harus dimajukan.

3. METODOLOGI

3.1. Diagram Penelitian



Sumber: Rauf, 2024

Gambar 1. Diagram alir

3.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bahan bakar berupa bensin pertalite dan ethanol 96% dan CDI Programmable Predator. Bahan bakar yang digunakan dalam pengujian adalah campuran bensin pertalite dan ethanol (gasohol). Kadar campuran yang diuji antara lain E-15 dan E-30. Sedangkan Programmable CDI Predator memiliki spesifikasi Gross 652-659 gram, Tegangan kerja battery adalah 11.5-16 Volt 12.5 Volt (optimum), Tegangan output CDI 250 Volt (rpm idle) 210 Volt (16.000 rpm), sistem proteksi adalah auto cutoff voltage (dibawah 10 Volt).



Sumber: Rauf, 2024

Gambar 2. CDI programable predator

3.3. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a) Motor uji
Sepeda motor yang digunakan dalam pengujian memiliki spesifikasi motor 4 langkah dengan kapasitas mesin 110 cc, Rasio kompresi sebesar 9.5:1 dan transmisi 4 speed.
- b) Chasis Dinamometer
Dinamo meter yang digunakan adalah jenis dinamo meter inersia. Penggunaan alat ini dimaksudkan agar pengujian dapat dilakukan tanpa harus berpindah tempat. Detail gambar chasis dinamo meter ditampilkan pada gambar 3.



Sumber: Rauf, 2024

Gambar 3. Chasis dinamo meter

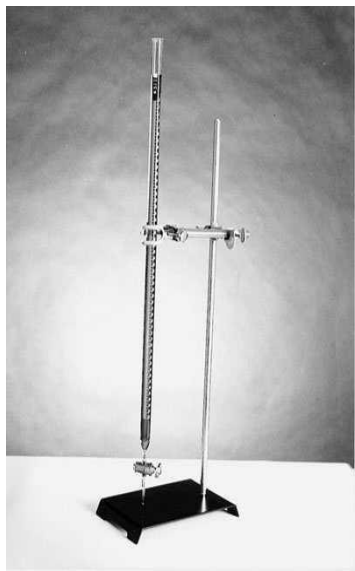
- c) Alat Ukur Bahan Bakar

Digunakan untuk membuat campuran bahan bakar bensin pertalite dan ethanol. Detail gambar alat ukur ditampilkan pada gambar 4.



Sumber: Rauf, 2024
Gambar 4. Gelas ukur

- d) Buret Tetes
Digunakan untuk mengukur laju konsumsi bahan bakar. Detail alat ditampilkan pada gambar 5.



Sumber: Rauf, 2024
Gambar 5. Buret tetes

3.4. Pelaksanaan Penelitian

Bahan bakar yang digunakan berupa campuran bensin pertalite dan ethanol (gasohol). Bensin pertalite dibeli dari satu SPBU setempat. Ethanol yang digunakan mempunyai kadar kemurnian 96%. Bensin pertalite dan ethanol ditakar menggunakan gelas ukur dan dicampur didalam botol dengan cara dikocok secara manual. Campuran bensin dan ethanol dicampur sebelum pelaksanaan pengujian untuk menghindari terjadinya pemisahan antara bensin dan ethanol saat disimpan lama.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

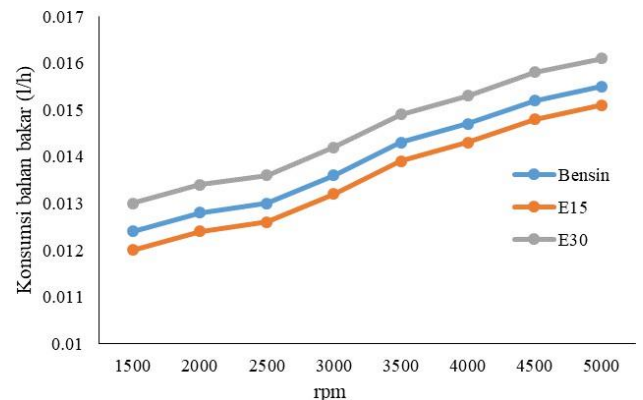
4.1. CDI Standar

Pengujian bahan bakar campuran bensin pertalite dan ethanol dilakukan menggunakan CDI standar sebagai pembanding konsumsi bahan bakar yang dihasilkan. Data hasil pengujian dengan menggunakan CDI standar ditunjukkan dalam gambar 6. Hasil pengujian menunjukkan terjadi peningkatan jumlah konsumsi bahan bakar seiring dengan peningkatan putaran mesin (rpm) baik untuk penggunaan bahan bakar bensin pertalite murni maupun campuran pertalite dan etanol 15% dan etanol 30%. Perbandingan konsumsi bahan bakar diperoleh bahwa penggunaan bahan bakar etanol 15% lebih rendah dibandingkan bensin pertalite murni maupun campuran etanol 30%. Hal ini bahkan berlaku untuk semua putaran mesin 1500 rpm hingga 5000 rpm.

Tabel 1. Konsumsi bahan bakar CDI standar

Rpm	CDI Standar (l/h)		
	Bensin	E15	E30
1500	0.0124	0.012	0.013
2000	0.0128	0.0124	0.0134
2500	0.013	0.0126	0.0136
3000	0.0136	0.0132	0.0142
3500	0.0143	0.0139	0.0149
4000	0.0147	0.0143	0.0153
4500	0.0152	0.0148	0.0158
5000	0.0155	0.0151	0.0161
Rata-rata	0.01394	0.01354	0.01454

Sumber: Rauf, 2024



Sumber: Rauf, 2024

Gambar 6. Konsumsi bahan bakar CDI standar

4.2. CDI Programable Swich 1

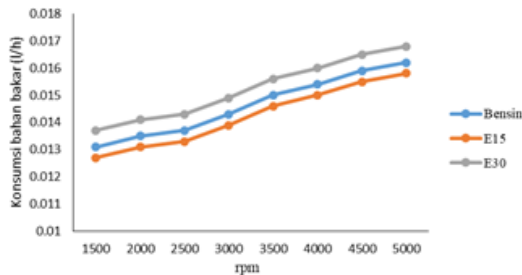
Konsumsi bahan bakar motor dengan penggunaan CDI programable switch 1 pada setiap putaran mesin

1500 rpm hingga 5000 rpm ditampilkan pada tabel 2. Hasil pengujian ditemukan bahwa terjadi peningkatan volume konsumsi bahan bakar seiring dengan peningkatan putaran mesin (rpm) seperti ditampilkan pada gambar 7. Konsumsi bahan bakar tertinggi diperoleh pada putaran 5000 rpm pada semua jenis bahan bakar baik bensin pertalite murni maupun baha bakar campuran etanol. Secara detail ditemukan bahwa konsumsi bahan bakar E15 memiliki volume konsumsi terendah diantara jenis bahan bakar lainnya, dan hal ini berlaku pada semua putaran mesin.

Tabel 2. Konsumsi CDI Programable switch 1

Rpm	CDI Programable Switch1 (l/h)		
	Bensin	E15	E30
1500	0.0131	0.0127	0.0137
2000	0.0135	0.0131	0.0141
2500	0.0137	0.0133	0.0143
3000	0.0143	0.0139	0.0149
3500	0.015	0.0146	0.0156
4000	0.0154	0.015	0.016
4500	0.0159	0.0155	0.0165
5000	0.0162	0.0158	0.0168
Rata-rata	0.01464	0.01424	0.01524

Sumber: Rauf, 2024



Sumber: Rauf, 2024

Gambar 7. Konsumsi CDI Programable switch 1

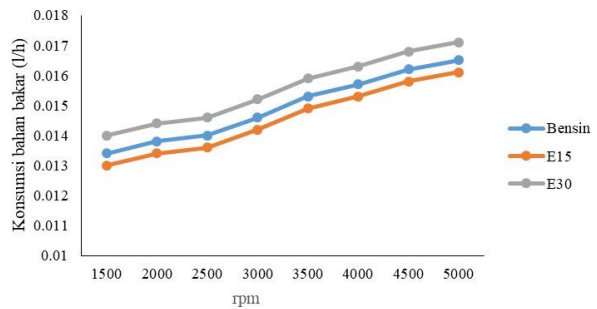
4.3. CDI Programable Swich 2

Konsumsi bahan bakar motor dengan pengaplikasian CDI programable switch 2 ditampilkan pada tabel 3. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan volume konsumsi bahan bakar seiring dengan peningkatan putaran mesin (rpm) seperti ditampilkan pada gambar 8. Konsumsi bahan bakar tertinggi diperoleh pada putaran 5000 rpm pada semua jenis bahan bakar baik bensin pertalite murni maupun bahan bakar campuran etanol. Secara detail diperoleh bahwa konsumsi bahan bakar E15 memiliki volume konsumsi terendah diantara jenis bahan bakar lainnya.

Tabel 3. Konsumsi CDI Programable switch 2

rpm	CDI Programable Switch 2 (l/h)		
	Bensin	E15	E30
1500	0.0134	0.013	0.014
2000	0.0138	0.0134	0.0144
2500	0.014	0.0136	0.0146
3000	0.0146	0.0142	0.0152
3500	0.0153	0.0149	0.0159
4000	0.0157	0.0153	0.0163
4500	0.0162	0.0158	0.0168
5000	0.0165	0.0161	0.0171
Rata-rata	0.01494	0.01454	0.01554

Sumber: Rauf, 2024



Sumber: Rauf, 2024

Gambar 8. Konsumsi CDI Programable switch 2

Secara umum konsumsi bahan bakar semakin besar seiring dengan peningkatan putaran mesin. Ini disebabkan semakin besar bukaan katub trhrottle maka bahan bakar yang diseprotkan pun semakin banyak hingga putaran mesin mengalami peningkatan. Perbandingan konsumsi bahan bakar dari sisi penggunaan CDI menunjukkan bahwa penerapan CDI standar memiliki konsumsi paling rendah dibandingkan dengan penerapan CDI programable. Hal ini disebabkan karena biasanya penggunaan CDI programable diperuntukan untuk kendaraan yang dipacu dengan kecepatan tinggi sehingga konsumsi bahan bakarnya cenderung lebih banyak.

4.4. Konsumsi rata-rata

Perbandingan konsumsi rata-rata bahan bakar bensin pertalite murni, campuran pertalite dan etanol 15% dan campuran etanol 30% ditampilkan pada tabel 4. Untuk penggunaan CDI standar rata-rata konsumsi untuk setiap jenis bahan bakar masing-masing dituliskan Bensin 0.01394 l/h, E15 sebesar 0.01354 l/h, E30 sebesar 0.01454 l/h. Dibandingkan dengan pertalite murni, rata-rata konsumsi untuk penggunaan etanol 15% menurun sebesar 2.86944%, namun sebaliknya meningkat 4.30416% dibandingkan dengan konsumsi etanol 30%. Hal yang hampir sama juga terjadi pada penggunaan CDI

programmable switch 1 dimana konsumsi rata-rata bahan bakar tertinggi diperoleh pada bahan bakar campuran etanol 30% yaitu lebih tinggi 4.09836% dibandingkan dengan konsumsi pertalite murni. Namun untuk penggunaan bahan bakar etanol 15% konsumsi mengalami penurunan 2.73224%. Begitu pula halnya dengan penggunaan CDI programable switch 2 yang menunjukkan fenomena yang hampir sama. Secara keseluruhan ditemukan bahwa bahan bakar campuran pertalite murni dan etanol 15% memiliki konsumsi paling rendah pada semua penggunaan jenis CDI, baik CDI standar, CDI programable switch 1 dan switch 2. Namun secara spesifik ditemukan bahwa konsumsi campuran etanol 15% pada penggunaan CDI standar merupakan campuran optimum dengan total pengurangan konsumsi sebesar 2.86944%. Penggunaan etanol 15% yang dicampurkan pada bahan bakar pertalite terbukti mereduksi konsumsi bahan bakar.

Ini disebabkan pembakaran terjadi secara sempurna di dalam ruang bakar. Temuan ini dikuatkan dengan berbagai penelitian yang mengungkapkan bahwa penggunaan bahan bakar campuran etanol 15% memiliki jumlah konsumsi terendah sekaligus menghasilkan daya tertinggi dibandingkan dengan presentase campuran lainnya (Agrariksa dkk, 2013, Effendi dkk 2021, Sianturi 2022).

Tabel 4. Perbandingan konsumsi rata-rata

Jenis CDI	Bensin (l/h)	E15 (l/h)	Reduksi (%)	E30 (l/h)	Reduksi (%)
Standar	0.01394	0.01354	2.87	0.01454	-4.30
Swich 10	0.01464	0.01424	2.73	0.01524	-4.09
Swich 20	0.01494	0.01454	2.68	0.01554	-4.02

Sumber: Rauf, 2024

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan etanol 15% sebagai bahan campur bahan bakar pertalite mampu menurunkan konsumsi motor. Presentase penurunan tertinggi diperoleh pada penggunaan CDI standar sebesar 2.86944%, 2.73224% untuk CDI programable switch 1 dan 2.67738% untuk CDI programable switch 2.

5.2. Saran

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan bahan bakar pertamax sebagai bahan campur etanol mengingat kedepan bahan bakar pertalite akan dihapuskan. Pengujian disarankan menggunakan motor dengan sistem bahan bakar injeksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrariksa FA., Susilo B., Nugroho WA., 2013, Uji Performansi Motor bakar Bensin (On Chassis) Menggunakan Campuran Premium dan Etanol, 1(3), pp. 194-203.
- Boli RH., Rauf W., Rifal M., Pido R., Haris Z., 2023, Kajian Pengaruh Kontrol Aliran Terhadap Koefisien Hambat Model Kendaraan, Radial, 11(1), pp. 140-146.
- Effendi Y., Rosyidin A., Afrizal R., Ramadhani, Prasetyo AT., 2021, Pengaruh Campuran Pertalite dan Etanol Terhadap Performa Pada Sepeda Motor X, Prosiding Simposium Nasional Multidisiplin Universitas Muhammadiyah Tangerang, 3.
- Hsieh WD., Chen RH., Wu TL., Lin TH., 2002., Engine performance and pollutant emission of an SI engine using ethanol-gasoline blended fuels. Atmospheric Environment, 36, pp. 403-410.
- Hartanto S., Ihsan AM., Yuliana GC., 2019, Pemanfaatan Bioaditif Serai Wangi-Etanol Pada Kendaraan Roda Dua Berbahan Bakar Pertalite. Jurnal Teknik Mesin-ITI, 3(2), pp. 35-40.
- Ishak S., Rauf W., 2014, Analisis Konsumsi Bahan Bakar Etanol-Premium Pada Mesin Empat Tak. Jurnal Ilmiah Teknik, 3(2), pp. 62-69.
- Rauf W., Tarakka R., Jalaluddin., Ihsan M., 2020, Effect of Flow Separation Control with Suction Velocity Variation: Study of Flow Characteristics, Pressure Coefficient, and Drag Coefficient. Universal Journal of Mechanical Engineering, 8(3), pp. 142-151.
- Rauf W., Rifal M., Boli RH., 2022, Kajian Komputasi Dan Eksperimental Pengaruh Kontrol Aktif Terhadap Hambatan Aerodinamika Model Kendaraan, Radial, 10(1), pp. 83-94.
- Rauf W., Rifal M., Pido R., Boli RH., 2024, Kajian komputasi numerik dan eksperimental pengaruh sistem kendali aktif pada model kendaraan, Dinamika Teknik Mesin, 14(1), pp. 20-27.
- Rifal M., Rauf W., 2018, Analisis Penggunaan Bahan Bakar Etanol-Pertalite Pada Motor Honda Scoopy 110 cc. Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering, 1(1), pp. 55-64.
- Siantur TA., 2020, Pengaruh Bahan Bakar Pertamax Dengan Campuran Etanol 5%, 10%, 15% Terhadap Prestasi Sepeda Motor 150 Cc Manual. Jurnal Ilmiah Simantek, 4(2), pp. 78-92.
- Tarakka R., Salam N., Jalaluddin., Rauf W., Ihsan M., 2020, Aerodynamic drag reduction on the application of suction flow control on vehicle model with varied upstream velocity. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, doi:10.1088/1757-899X/1173/1/012045, PP. 1-9.
- Tarakka R., Salam N., Jalaluddin., Rauf W., Ihsan M., 2021, Kajian Aerodinamika Pada Model Kendaraan dengan Penerapan Kontrol Aktif Suction, METAL: Jurnal Sistem Mekanik dan

- Termal, 5(1), pp. 38-43.
- Tarakka R., Salam N., Mochtar AA., Ihsan M., Rauf W., 2022, Kajian Komputasi Pengaruh Penerapan Blowing pada Bagian Belakang Model Kendaraan, *Semesta Teknika*, 25(1), pp. 33-39.
- Tarakka R., Salam N., Mochtar AM., Rauf W., Ishan M., 2023, On the Aerodynamics of Rear of Vehicle Model with Active Control by Blowing: Computational and Experimental Analysis, *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 12(2), pp. 84-90.
- Topgü'l P., Yu'cesu HS., Cinar C., Koca A., 2006, The effects of ethanol-unleaded gasoline blends and ignition timing on engine performance and exhaust emissions. *Renewable Energy*, 31, pp. 2534-2542.