

ANALISIS TEKANAN EFEKTIF RATA-RATA HONDA VARIO 160CC DENGAN PERTALITE DAN BIOPERTALITE BEKATUL BERAS PUTIH

Nur Andika Permana Yoga

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: nur.21061@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: muhaji61@unesa.ac.id

Abstrak

Semakin berkembangnya teknologi di bidang transportasi menimbulkan ketergantungan pada bahan bakar fosil sehingga jumlahnya semakin terbatas. Salah satu energi terbarukan yang potensial menggantikan bahan bakar fosil adalah bioetanol. Bioetanol umumnya berasal dari tumbuhan bahkan limbah pertanian, seperti bekatul beras putih. Bioetanol sangat berpotensi karena bahannya yang mudah didapat dan ramah lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik bahan bakar peralite dan campuran peralite dengan bioetanol (titik nyala dan nilai kalor) dan tekanan efektif rata-rata mesin Honda Vario 160cc 2022. Penelitian ini menggunakan jenis eksperimen dengan variasi bahan bakar peralite (E0) dan campuran peralite dengan bioetanol bekatul beras putih (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70). Pengujian karakteristik bahan bakar berpedoman pada standar ASTM (titik nyala D93 dan nilai kalor D240). Mesin uji eksperimen Honda Vario 160cc tahun 2022 dengan alat ujinya berupa *chassis dynamometer*. Pengujian unjuk kerja mesin menggunakan standar pengujian SAE J1349 dengan metode pengujian *full open throttle valve* dengan variasi putaran mesin 3000 rpm hingga 9500 rpm dengan interval 500 rpm. Hasil dari uji karakteristik titik nyala bahan bakar semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi bioetanol, namun nilai kalor semakin menurun. Hasil pengujian unjuk kerja mesin menunjukkan bahwa E40 memberikan pengaruh terbesar. Hal ini dibuktikan dengan tekanan efektif rata-rata sebesar 5,41 bar pada putaran 7000 rpm.

Kata Kunci: bekatul beras putih, bioetanol, peralite, tekanan efektif rata-rata

Abstract

The advancement of transportation technology has led to increased dependence on fossil fuels, resulting in their gradual depletion. One promising renewable energy alternative to fossil fuels is bioethanol, which is commonly derived from plants and even agricultural waste, such as white rice bran. Bioethanol holds significant potential due to its accessibility and environmentally friendly properties. This study aims to analyze the characteristics of Peralite fuel and its mixtures with bioethanol (specifically flash point and calorific value), as well as the mean effective pressure of a 2022 Honda Vario 160cc engine. This research employs an experimental method using fuel variations consisting of pure Peralite (E0) and Peralite mixed with white rice bran-based bioethanol at various concentrations (E10, E20, E30, E40, E50, E60, and E70). Fuel characteristics were tested based on ASTM standards: D93 for flash point and D240 for calorific value. The engine performance tests were conducted using a 2022 Honda Vario 160cc on a chassis dynamometer. Performance evaluation followed SAE J1349 standards using a full open throttle valve method with engine speeds ranging from 3000 rpm to 9500 rpm, at 500 rpm intervals. The results indicated that the flash point of the fuel increased with higher bioethanol concentrations, whereas the calorific value decreased. Engine performance tests showed that the E40 mixture produced the most significant effect, evidenced by a mean effective pressure of 5.41 bar at 7000 rpm.

Keywords: white rice bran, bioethanol, peralite, mean effective pressure

PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya teknologi seiring berjalannya waktu, semakin meningkatnya pula kebutuhan manusia terhadap kendaraan sebagai transportasi untuk memudahkan mobilisasi. Hal itu membuat ketergantungan pada bahan bakar fosil atau bahan bakar minyak (BBM) yang seiring berjalannya waktu akan semakin meningkat dan di sisi lain akan membuat ketersediaan bahan bakar ini akan habis dalam jangka waktu dekat (Zabed *et al.*, 2017). Suatu saat akan menyebabkan krisis global yang akan dihadapi oleh dunia teknologi, terutama bidang transportasi. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil menjadi salah satu penyebab utama masalah lingkungan, seperti efek gas rumah kaca dan polusi udara (Zabed *et al.*, 2017). Oleh

karena itu, saat ini banyak negara yang telah mencanangkan untuk segera beralih ke kendaraan ramah lingkungan seperti kendaraan listrik dan kendaraan *hybrid*. Karena kendaraan listrik masih cukup mahal harganya dan pemerataan stasiun pengisian kendaraan listrik yang belum maksimal. Oleh karena itu, gagasan mengenai penggunaan bahan bakar nabati (BBN) cukup menjanjikan, untuk mengatasi masalah-masalah yang terjadi saat ini. Karena bahan bakar nabati selain ramah lingkungan juga bahan bakunya mudah didapatkan (Risano dkk., 2021).

Negara Indonesia sangat kaya akan sumber daya alam, salah satunya adalah tumbuhan yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif (Pratama dan Trisna, 2020). Salah satu jenis bahan bakar alternatif adalah bioetanol. Bioetanol adalah salah satu jenis dari

biofuel atau bahan bakar nabati (BBN) yang terbuat dari bahan organik dengan rumus kimia C_2H_5OH dengan nilai oktan tinggi yang melalui proses sakarifikasi, fermentasi, dan distilasi (Hermawan dkk., 2021). Nilai oktan bioetanol berkisar 108,6 yang mana nilai tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan BBM yang terbaik di Indonesia yaitu Pertamina Turbo dengan oktan 98 (Hermawan dkk., 2021). Selain sebagai bahan bakar, bioetanol juga digunakan sebagai bahan dasar pembuatan kosmetik, material industri, serta obat-obatan yang produksinya selalu meningkat setiap tahunnya (Beliya *et al.*, 2013). Syarat bahan baku bisa digunakan untuk produksi bioetanol adalah bahan yang mengandung karbohidrat, pati, glukosa dan selulosa (Falaah dan Kusumayanti, 2021). Bahan baku yang memiliki kandungan sesuai dengan uraian di atas adalah umbi-umbian, tebu, jagung, gandum, dan bahan organik lainnya (Risano dkk., 2021). Akhir-akhir ini selain dari bahan-bahan organik yang masih segar, bioetanol juga banyak terbuat dari hasil sampingan atau limbah organik yang selama ini kurang diperhatikan, seperti bekatul, ampas tahu, dan kotoran ayam (Chilmawati dkk., 2015). Dalam kasus ini, produksi bioetanol menggunakan bahan yang berasal dari limbah pertanian yaitu bekatul beras putih.

Bekatul beras putih menjadi salah satu limbah yang cukup melimpah di Indonesia. Karena Indonesia adalah negara agraris yang mayoritas hasil pertaniannya adalah beras atau padi, tetapi selama ini penggunaan bekatul beras putih terbatas digunakan sebagai pakan ternak saja sehingga sering dianggap tidak bernilai dan tidak berpotensi (Luthfianto dkk., 2017). Bekatul beras putih sangat berpotensi menjadi bahan baku bioetanol adalah karena memiliki kandungan protein 13,11-17,19%, lemak 2,52-5,05%, karbohidrat 67,58-72,74%, dan serat kasar 370,91-387,3 kalori (Luthfianto dkk., 2017). Selain itu, bahan bakunya mudah didapat, ramah lingkungan, dan harga yang relatif terjangkau dibandingkan bahan lainnya. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Falaah dan Kusumayanti, 2021) yang meneliti produksi bioetanol dengan hidrolisis enzimatis dijelaskan bahwa hasil penelitiannya adalah 30% kadar bioetanol per 17,5 ml dengan densitas 0,948 yang paling mendekati dengan densitas SNI bioetanol yaitu 0,794.

Dalam praktiknya, penelitian dilakukan selain memenuhi tujuan utamanya yaitu untuk menghasilkan bioetanol yang berkualitas juga bertujuan untuk meningkatkan unjuk kerja mesin kendaraan dan mengurangi pencemaran udara dengan mengendalikan emisi gas buang (Yudistirani dkk., 2019). Karena nilai oktan bahan bakar alternatif lebih tinggi dari bahan bakar bensin pada umumnya, hal ini menyebabkan hasil pembakaran lebih ramah lingkungan dan efisien karena proses campuran bahan bakar dengan udara lebih cepat (Suryanto dan Muhaji, 2023). Keuntungan pencampuran bioetanol dengan bensin adalah pembakaran dalam mesin menjadi lebih efisien karena nilai oktan yang tinggi membuat pembakaran menjadi lebih baik, oktan campuran tersebut dihasilkan oleh oktan pertalite sebesar 90 dan bioetanol sebesar 108 (Abidin dkk., 2023).

Pertalite merupakan bahan bakar binyak (BBM) dengan kadar *research oktan number* (RON) 90 yang

umum digunakan oleh masyarakat Indonesia, sejak mulai sulit ditemukannya bahan bakar jenis premium dengan kadar RON 88 di SPBU. Pertalite direkomendasikan untuk kendaraan dengan kompresi 9,1–10,1 atau kendaraan yang memiliki kriteria mesin dibawah 1400cc untuk mobil dan dibawah 250cc untuk sepeda motor (Ariawan dkk., 2016). Pertalite memiliki keunggulan dibanding premium, tetapi kualitasnya masih dibawah pertamax RON 92 dan pertamax turbo RON 98, karena masih menghasilkan emisi gas buang yang cukup tinggi dibanding pertamax (Yudistirani dkk., 2019). Oleh karena itu, untuk mengurangi gas buang dan meningkatkan unjuk kerja mesin dilakukan pencampuran antara bioetanol dan pertalite sehingga mampu meningkatkan nilai torsi, daya, dan efisiensi konsumsi bahan bakar.

Pada studi penelitian sebelumnya telah menunjukkan hasil bahwa variasi campuran antara bioetanol dengan bahan bakar bensin dapat mempengaruhi unjuk kerja mesin pada kendaraan bermotor, seperti mobil dan sepeda motor dengan transmisi manual maupun *automatic*. Seperti penelitian yang telah dilakukan oleh Sudarmanta *et al.* (2016) yang menggunakan campuran bensin dengan bioetanol pada motor bensin empat langkah, dua silinder dengan rasio kompresi 9:1 menggunakan metode *full open throttle setting*. Torsi maksimum mesin adalah 57,84 Nm pada 3000 rpm dan daya maksimum mesin adalah 19,59 kW pada 3500 rpm. Variasi bahan bakar yang digunakan adalah E0, E5, E10, E15, dan E20. Hasil pengujian torsi tertinggi meningkat 10,27% menjadi 57,84 Nm pada 3000 rpm dan daya tertinggi menjadi 19,59 kW pada 3500 rpm menggunakan campuran E15 dibandingkan menggunakan E0. Tekanan efektif rata-rata tertinggi menjadi 1128 kPa pada 3000 rpm dengan campuran E15. Efisiensi termal 44,1% pada campuran E15, meningkat 1,81% dibandingkan menggunakan E0.

Selain itu, Winoko *et al.* (2021) yang melakukan penelitian mengenai pengaruh penggunaan bahan bakar campuran pertalite dengan bioetanol (E10, E15, dan E20) terhadap performa mesin sepeda motor Yamaha Vega R. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran E15 menghasilkan daya, torsi, dan tekanan efektif rata-rata paling tinggi yaitu sebesar 6,47 HP; 5,16 Nm; dan 11,91 Psi.

Pada penelitian lainnya, Nanlohy *et al.* (2022) yang menggunakan bahan bakar campuran bensin dengan bioetanol dari getah bunga kelapa dengan persentase campuran masing-masing 15% dan 85% (BE85) untuk menguji unjuk kerja mesin bensin. Pengujian unjuk kerja mesin menggunakan mesin bensin berkapasitas 125cc yang diuji pada putaran mesin 3000-7500 rpm pada kondisi *wide-open throttle* dan variasi *choke* karburator 3/4 dan 7/8. Hasil yang didapatkan yaitu campuran BE-85 memiliki tekanan efektif rata-rata yang lebih rendah daripada bensin murni. Efisiensi termal terbaik didapatkan dari campuran bahan bakar BE85.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan bahan bakar pertalite dan biopertalite (E0, E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70) terhadap tekanan efektif rata-rata sepeda motor Honda Vario 160cc tahun 2022.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis eksperimen dengan menganalisis pengaruh penggunaan bahan bakar pertalite (E0) dan bahan bakar campuran pertalite dengan bioetanol bekatul beras putih (E10, E20, E30, E40, E50, E60 dan E70) terhadap tekanan efektif rata-rata mesin Honda Vario 160cc Tahun 2022. Kelompok bahan bakar yang akan diuji dibedakan menjadi dua, yaitu kelompok bahan bakar standar menggunakan pertalite (E0) dan kelompok bahan bakar eksperimen menggunakan bahan bakar campuran pertalite dengan bioetanol bekatul beras putih (E10, E20, E30, E40, E50, E60 dan E70).

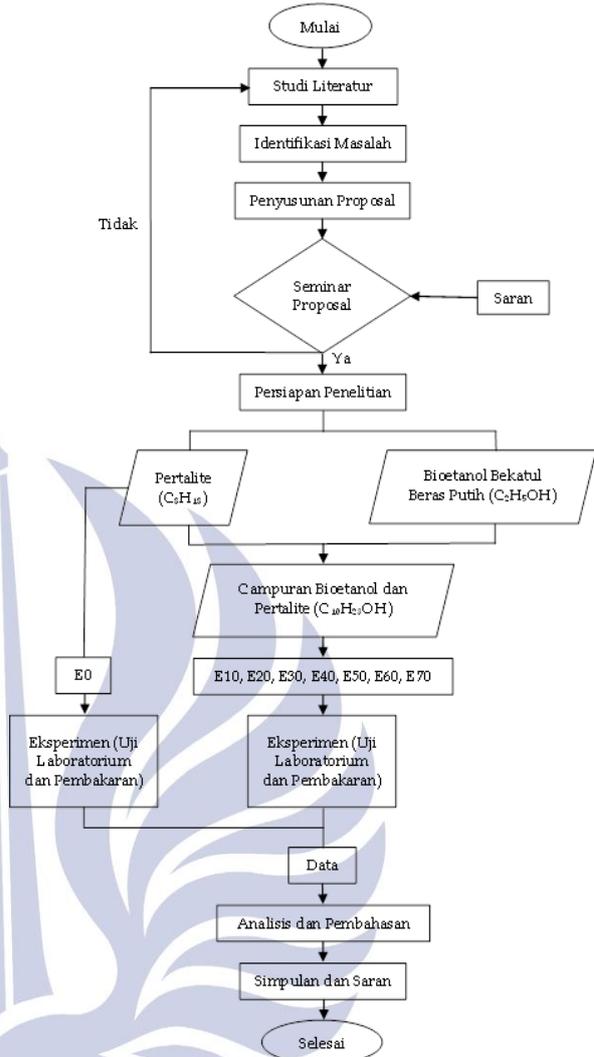
Waktu dan Tempat Penelitian

- Waktu Penelitian
 - Pengujian karakteristik bahan bakar dilakukan setelah produksi bioetanol bekatul beras putih selesai.
 - Pengujian unjuk kerja mesin dilakukan setelah pengujian karakteristik bahan bakar biopertalite bekatul beras putih selesai.
- Tempat Penelitian
 - Pengujian titik nyala bahan bakar dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Fakultas Teknik Departemen Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
 - Pengujian nilai kalor bahan bakar dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Fakultas Teknik Departemen Teknik Mesin Universitas Brawijaya.
 - Pengujian unjuk kerja mesin dilakukan di Laboratorium Pengujian Performa Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

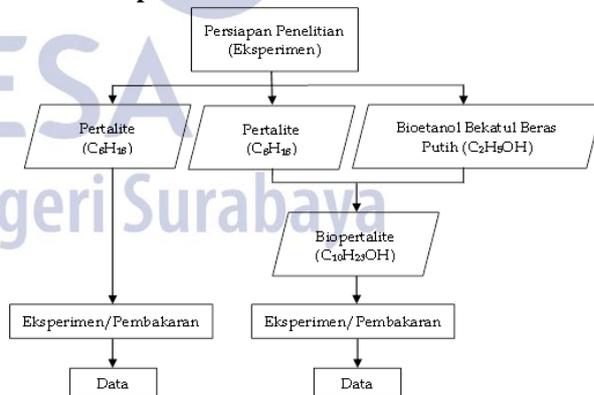
Bahan, Alat, dan Instrumen Penelitian

- Bahan
 - Peralite (E0)
 - Biopertalite bekatul beras putih (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70)
- Alat
 - Blower
 - Tie down
 - Hot plate magnetic stirrer
 - Botol kaca
- Instrumen
 - Chasis dynamometer
 - komputer
 - Tachometer digital
 - Digital 4 in 1 multifunction environment meter
 - Software sport dyno V3.3
 - Tangki bahan bakar luar

Rancangan Penelitian



Desain Eksperimen



Variabel Penelitian

- Variabel Bebas
 - Peralite (E0)
 - Biopertalite E10 (pertalite 90% dan etanol 10%)
 - Biopertalite E20 (pertalite 80% dan etanol 20%)
 - Biopertalite E30 (pertalite 70% dan etanol 30%)
 - Biopertalite E40 (pertalite 60% dan etanol 40%)

- Biopertalite E50 (pertalite 50% dan etanol 50%)
- Biopertalite E60 (pertalite 40% dan etanol 60%)
- Biopertalite E70 (pertalite 30% dan etanol 70%)

➤ Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu tekanan efektif rata-rata Honda Vario 160cc tahun 2022.

➤ Variabel Kontrol

- Bioetanol bekatul beras putih dari Kecamatan Sambeng, Kabupaten Lamongan.
- Pertalite dari SPBU Pertamina 5.601124 Kelurahan Ketintang, Kecamatan Gayungan, Kota Surabaya.
- Objek penelitian mesin sepeda motor Honda Vario 160cc tahun 2022.
- Putaran mesin yang diamati dengan rentang 3000-9500 rpm dengan interval 500 rpm.
- Minyak pelumas dengan kekentalan SAE 10W-40.
- Proses pencampuran bahan bakar dilakukan dengan menggunakan *hot plate magnetic stirrer*.

Perhitungan Tekanan Efektif Rata-Rata Teknik Analisis Data

Metode analisis data yang diterapkan dalam studi ini adalah kuantitatif deskriptif. Analisis data dilakukan melalui pengolahan data kuantitatif yang diperoleh dari percobaan. Data itu dimasukkan ke dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Selanjutnya, informasi yang terdapat dalam tabel dan grafik dijelaskan dalam kalimat sederhana yang mudah dimengerti, sehingga kesimpulan dapat diambil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Campuran Bahan Bakar



Gambar 3. Bahan bakar pertalite (E0) dan biopertalite bekatul beras putih (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70)

Karakteristik Bahan Bakar

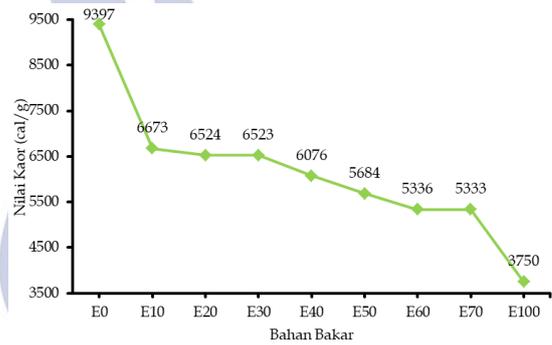
Pengujian karakteristik campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol bekatul beras putih meliputi uji nilai kalor dan titik nyala. Hasil pengujian karakteristik bahan bakar ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian karakteristik bahan bakar pertalite dan biopertalite bekatul beras putih

Parameter Uji	Satuan	Hasil Pengujian							
		E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70
Nilai Kalor	cal/g	9397	6673	6524	6523	6076	5684	5336	5333
Titik Nyala	°C	-44,0	-38,0	-33,5	-27,0	-21,0	-16,0	-10,5	-4,0

➤ Titik Nyala

Berdasarkan tabel 1 dan gambar 4 dapat dianalisis bahwa tren nilai kalor bahan bakar biopertalite terus mengalami penurunan seiring dengan besarnya campuran bioetanol pada bahan bakar. Dimana nilai kalor pada bahan bakar pertalite (E0) tertinggi dengan 9397 cal/g, sedangkan untuk nilai kalor terendah ada pada bioetanol (E70) yaitu 5333 cal/g. Selisih dari pertalite (E0) dengan biopertalite dengan campuran bioetanol tertinggi (E70) adalah 4064 cal/g atau turun 43%.



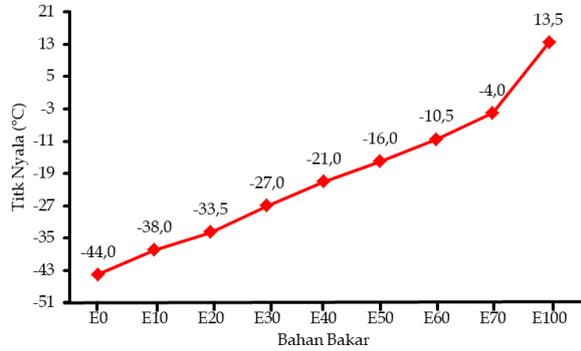
Gambar 4. Grafik nilai kalor bahan bakar pertalite (E0) dan biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70)

Nilai kalor biopertalite menurun seiring bertambahnya konsentrasi bioetanol (E10 hingga E70) karena bioetanol memiliki nilai kalor yang jauh lebih rendah dibandingkan pertalite. Etanol hanya menghasilkan sekitar 60% energi dari bensin per satuan massa, disebabkan oleh keberadaan gugus hidroksil (-OH) yang sudah sebagian teroksidasi, sehingga tidak menyumbang banyak energi saat pembakaran. Saat etanol menggantikan sebagian bensin dalam campuran, kandungan energi total campuran menurun secara proporsional. Oleh karena itu, semakin tinggi kandungan etanol, semakin rendah energi panas yang dihasilkan dari pembakaran biopertalite (Martinka *et al.*, 2019)

Selain itu, penurunan nilai kalor pada biopertalite juga dikarenakan kandungan air pada bioetanol sebesar 3,2% yang masih jauh dari standar kadar air bioetanol yaitu 0,5%, dimana air sebagai senyawa yang dapat menyerap kalor pada saat proses pembakaran. Sistem kerjanya air akan mengikat energi panas pada saat penguapan yang kemudian dirubah menjadi uap air. Dampak dari proses penguapan adalah menurunnya nilai kalor dari suatu bahan bakar (Martinka *et al.*, 2019).

➤ Nilai Kalor

Berdasarkan tabel 1 dan gambar 5 dapat dianalisis bahwa tren titik nyala bahan bakar cenderung meningkat. Semakin besar campuran bioetanol terhadap pertalite maka akan semakin tinggi titik nyala yang dihasilkan. Titik nyala terendah terjadi pada bahan bakar E0 dengan nilai -44°C, sementara yang tertinggi adalah E70 dengan nilai mencapai -4°C, naik sebesar 40°C atau 70,18%.



Gambar 5. Grafik titik nyala bahan bakar pertalite (E0) dan biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70)

Titik nyala biopertalite meningkat seiring bertambahnya konsentrasi bioetanol (E10 hingga E70) karena etanol memiliki titik nyala lebih tinggi, tekanan uap lebih rendah, dan interaksi antarmolekul yang lebih kuat dibanding pertalite. Etanol yang bersifat polar membentuk ikatan hidrogen antar molekul, sehingga memerlukan suhu lebih tinggi untuk menghasilkan cukup uap yang bisa menyala. Selain itu, peningkatan kadar etanol menurunkan volatilitas (penguapan) campuran secara keseluruhan karena tekanan uap menurun, sehingga campuran menjadi sulit terbakar pada suhu rendah. Akibatnya, semakin tinggi kandungan etanol, semakin tinggi pula titik nyala biopertalite. Selain itu, sifat bioetanol yang higroskopis atau dapat menyerap air dari udara dan dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air atau lainnya dalam bahan bakar. Sehingga memerlukan energi tambahan untuk memutuskan ikatan tersebut (Lapuerta *et al.*, 2017).

Tekanan Efektif Rata-rata

Tekanan efektif rata-rata atau *mean effective pressure* adalah nilai tekanan rata-rata yang terjadi di dalam ruang bakar selama langkah kerja dan perhitungannya menggunakan persamaan berikut.

$$mep = \frac{2\pi \cdot N_R \cdot T}{A \cdot L} \text{ (bar)} \quad \text{(Heywood, 1988)}$$

Keterangan:

- mep = Tekanan efektif rata-rata (bar)
- T = Torsi (Nm)
- A = Luas penampang piston (m²)
- L = Panjang langkah torak (m)
- N_R = Jumlah silinder

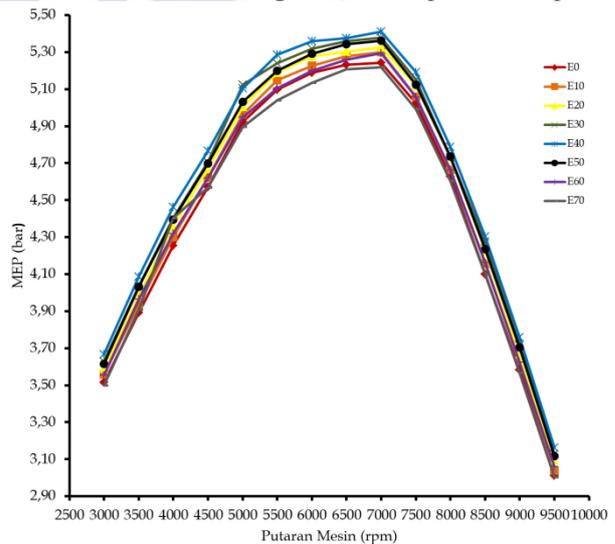
di mana:

1 bar = 100 kPa

Tabel 2. Hasil perhitungan tekanan efektif rata-rata menggunakan bahan bakar pertalite (E0) dan biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70) beserta persentase perubahannya terhadap E0

Putaran Mesin (rpm)	Tekanan Efektif Rata-Rata (bar)							Persentase Perubahan (Δ%)							
	E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70
3000	3,52	3,56	3,59	3,63	3,67	3,62	3,55	3,50	1,25	2,16	3,19	4,32	2,84	1,02	-0,46
3500	3,89	3,94	3,98	4,04	4,09	4,03	3,96	3,91	1,13	2,36	3,70	5,04	3,60	1,85	0,41
4000	4,26	4,30	4,36	4,40	4,46	4,40	4,32	4,40	1,03	2,44	3,48	4,89	3,29	1,50	3,48
4500	4,57	4,62	4,67	4,71	4,77	4,70	4,62	4,57	1,14	2,10	2,97	4,29	2,80	1,05	-0,09
5000	4,92	4,96	5,00	5,12	5,10	5,03	4,95	4,90	0,81	1,62	4,06	3,66	2,19	0,49	-0,57
5500	5,10	5,15	5,19	5,24	5,29	5,20	5,10	5,04	1,02	1,81	2,83	3,77	2,04	0,16	-1,10
6000	5,19	5,23	5,28	5,32	5,36	5,29	5,20	5,14	0,77	1,77	2,54	3,32	2,00	0,23	-1,00
6500	5,23	5,28	5,30	5,36	5,38	5,34	5,26	5,21	0,92	1,38	2,45	2,75	2,14	0,54	-0,46
7000	5,24	5,30	5,33	5,38	5,41	5,36	5,30	5,22	1,07	1,60	2,59	3,20	2,29	0,99	-0,46
7500	5,02	5,06	5,12	5,15	5,19	5,12	5,06	4,99	0,72	1,91	2,55	3,34	1,99	0,64	-0,64
8000	4,63	4,66	4,73	4,73	4,79	4,74	4,66	4,60	0,78	2,25	2,25	3,46	2,33	0,78	-0,52
8500	4,10	4,16	4,22	4,28	4,30	4,24	4,16	4,10	1,37	3,02	4,29	4,98	3,32	1,56	0,00
9000	3,58	3,63	3,67	3,72	3,76	3,70	3,62	3,57	1,34	2,34	3,68	4,91	3,35	1,12	-0,45
9500	3,01	3,04	3,10	3,13	3,16	3,12	3,06	3,00	0,93	2,79	3,85	5,05	3,45	1,59	-0,27
Rata-rata									1,02	2,11	3,17	4,07	2,69	0,97	-0,15

Berdasarkan tabel 2, tekanan efektif rata-rata yang dihasilkan oleh kombinasi bahan bakar pertalite dengan bioetanol bekatul beras putih masing-masing menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan E0, E10 meningkat 1,02%, E20 meningkat 2,11%, E30 meningkat 3,17%, E40 meningkat 4,07%, E50 meningkat 2,69%, dan E60 meningkat 0,97%. Sementara E70 mengalami penurunan sebesar 0,15%. Berdasarkan perhitungan tekanan efektif rata-rata yang ada di tabel 4.8, jika digambarkan dalam bentuk grafik akan tampak seperti yang terlihat pada gambar 6. Tekanan efektif rata-rata maksimum tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar E40 yang mencapai 5,41 bar pada 7000 rpm, sementara tekanan efektif rata-rata maksimum terendah dihasilkan oleh bahan bakar E70 dengan nilai 5,22 pada 7000 rpm



Gambar 6. Grafik tekanan efektif rata-rata terhadap putaran mesin

Grafik pada gambar 6 menunjukkan bahwa tekanan efektif rata-rata meningkat dari E0 hingga E40 pada rentang putaran 3000-7000 rpm dan mulai menurun pada E50 sampai E70 pada rentang putaran 7000-9500 rpm. Tekanan efektif rata-rata meningkat dari E0 hingga E40 pada putaran 3000–7000 rpm, karena etanol dalam

konsentrasi sedang atau tidak berlebihan (E0 hingga E40) memperbaiki proses pembakaran melalui peningkatan kandungan oksigen dalam bahan bakar, yang mendorong pembakaran lebih cepat dan lebih lengkap. Efek pendinginan dari penguapan etanol juga meningkatkan kepadatan udara yang masuk, sehingga efisiensi volumetrik dan tekanan pembakaran meningkat. Ini menghasilkan tekanan efektif rata-rata yang lebih tinggi.

Namun, pada campuran E50 hingga E70 dan putaran tinggi 7500–9500 rpm, tekanan efektif rata-rata menurun karena nilai kalor bahan bakar terus menurun, sementara viskositas dan densitas yang meningkat memperburuk atomisasi bahan bakar, dan titik nyala yang lebih tinggi memperlambat awal pembakaran. Di sisi lain, kandungan air dalam bioetanol 96,8% yang masih lebih rendah dari standar 99,5% sehingga menurunkan kecepatan pembakaran dan kinerja termal, menyebabkan tekanan dalam silinder tidak optimal pada kecepatan tinggi dan waktu pembakaran yang singkat, sehingga menurunkan tekanan efektif rata-rata (Yusri *et al.*, 2017).

Tekanan efektif rata-rata mengalami penurunan seiring menurunnya nilai torsi efektif, karena sesuai dengan rumus perhitungan tekanan efektif rata-rata yang mana variabel torsi efektif mempengaruhi nilai dari tekanan efektif rata-rata tersebut.

Hal ini sejalan dengan penelitian Winoko *et al.* (2021), yang menggunakan campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol (E10, E15, dan E20) pada mesin Yamaha Vega R dengan rasio kompresi 9,3:1. Hasil pengujian menunjukkan bahwa campuran E40 menghasilkan tekanan efektif rata-rata tertinggi pada konsentrasi bioetanol sedang yaitu sebesar 11,91 Psi.

Simpulan

Simpulan dari hasil penelitian, analisis, dan pembahasan tentang pengaruh campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol bekatul beras putih terhadap unjuk kerja mesin Honda Vario 160cc tahun 2022 adalah sebagai berikut.

- Karakteristik bahan bakar titik nyala tertinggi dihasilkan oleh E70. Karakteristik tersebut semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi bioetanol di dalam bahan bakar. Sedangkan, nilai kalor tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar E0 dan semakin menurun dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol di dalam bahan bakar.
- Pengujian terhadap unjuk kerja mesin melalui perhitungan rumus tekanan efektif rata-rata menunjukkan bahwa penambahan bioetanol hingga E40 memberikan peningkatan terbaik pada putaran mesin 7000 rpm yaitu sebesar 5,41 bar dan mengalami peningkatan sebesar 3,20% jika dibandingkan dengan bahan bakar E0.

Saran

Dari hasil penelitian, analisis, dan pembahasan yang telah dilakukan, diberikan saran untuk penelitian di masa mendatang sebagai berikut.

- Sebelum melakukan pengujian unjuk kerja mesin, kendaraan yang digunakan sebaiknya dilakukan *tune*

up terlebih dahulu agar mendapatkan hasil pengujian yang optimal.

- Pengujian dilakukan dengan mesin yang lebih baru dan kompresi yang lebih tinggi, agar bahan bakar dengan konsentrasi bioetanol yang lebih tinggi bisa menghasilkan performa yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A., Yanuar, Setiyo F., Nurhalim, Ridlo, Muhammad Z., Mufarida, Nely A., & Putra, Angrik Adi M. (2023). Penambahan Bioethanol terhadap Karakteristik Performa Motor 150 dan 160 cc Menggunakan Dynotest. *Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*, 8(1), 36–40.
- Ariawan, I Wayan B., Kusuma, I. G. B. W., & Adnyana, I. W. B. (2016). Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Unjuk Kerja Daya, Torsi dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor Bertransmisi Otomatis. *Jurnal METTEK*, 2(1), 51–58.
- Beliya, E., Tiwari, S., Jadhav, S., & Tiwari, K. (2013). De-oiled Rice Bran as a Source of Bioethanol. *Energy Exploration and Exploitation*, 31(5), 771–782.
- Chilmawati, D., Suminto, & Yuniarti, T. (2015). Pemanfaatan Fermentasi Limbah Organik Ampas Tahu, Bekatul, dan Kotoran Ayam Untuk Peningkatan Produksi Kultur dan Kualitas Cacing Sutra (*Tubifex sp.*). *Jurnal Unikal*, 186–201.
- Falaah, M., & Kusumayanti, H. (2021). Proses Fermentasi pada Produksi Bioetanol Dedak Padi dengan Hidrolisis Enzimatis. *Jurnal Metana*, 17(2), 81–87.
- Hermawan, I., Idris, M., Darianto, D., & Siahaan, M. Y. R. (2021). Kinerja Mesin Motor 4 Langkah dengan Bahan Bakar Campuran Bioetanol dan Pertamina. *Journal of Mechanical Engineering Manufactures Materials and Energy*, 5(2), 202–210.
- Lapuerta, M., Rodríguez-Fernández, J., Fernández-Rodríguez, D., & Patiño-Camino, R. (2017). Modeling Viscosity of Butanol and Ethanol Blends With Diesel and Biodiesel Fuels. *Fuel*, 199, 332–338.
- Luthfianto, D., Noviyanti, R. D., & Kurniawati, I. (2017). Karakterisasi Kandungan Zat Gizi Bekatul Pada Berbagai Varietas Beras Di Surakarta. *Jurnal Urecol*, 371–376.
- Martinka, J., Rantuch, P., & Wachter, I. (2019). Impact of Water Content on Energy Potential and Combustion Characteristics of Methanol and Ethanol Fuels. *Energies*, 12(18), 1–16.
- Nanlohy, H. Y., Riupassa, H., Mini, M., Taba, H. T., Katjo, B., Nanulaita, N. J. M., & Yamaguchi, M. (2022). Performance and Emissions Analysis of BE85-Gasoline Blends on Spark Ignition Engine. *Automotive Experiences*, 5(1), 40–48.
- Pratama, A. W., & Trisna, I. (2020). Analisa Campuran Bahan Bakar Bioetanol Dari Nira Tebu Dengan Bahan Bakar Premium Terhadap Nilai Kalor dan Unjuk Kerja Mesin 4 Langkah. *Journal Mechanical*

- and Manufacture Technology, 1(1), 30–37.
- Risano, A. Y. E., Wardono, H., & Sihombing, G. P. R. P. (2021). Pengaruh variasi campuran bahan bakar pertamax dan bioetanol 99,9% terhadap torsi mesin bensin 4 langkah Tecquipment TD201. Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin., 10(2), 225–230.
- Sudarmanta, B., Junipitoyo, B., Bachtiar, A., Putra, K., & Sutantra, N. 2016. Influence of The Compression Ratio and Ignition Timing on Sinjai Engine Performance With 50% Bioethanol-Gasoline Blended Fuel. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences, 11(4).
- Suryanto, T. A., & Muhaji. (2023). Studi Eksperimen Pengaruh Campuran Peralite Dengan Bioetanol Nira Siwalan (*Borassus flabellifer linnaeus*) Terhadap Unjuk Kerja Mesin Yamaha Aerox 2019. Jurnal Teknik Mesin Unesa Otopro, 11(02), 135-140.
- Winoko, A. Y., Jihad, Z. J. A., & Ro'isatin, U. A. (2021). The Variation of Fuel Mixture of Peralite and Corncob Bioethanol on Engine Performance. Journal of Energy, Mechanical, Material, and Manufacturing Engineering, 6(3).
- Yudistirani, S. A., Mahmud, K. H., Ummay, F. A., & Ramadhan, A. I. (2019). Analisa Performa Mesin Motor 4 Langkah 110Cc Dengan Menggunakan Campuran Bioetanol-Pertamax. Jurnal Teknologi, 11(1), 85–90.
- Yusri, I. M., Mamat, R., Najafi, G., & Ali, O. M. (2017). A comprehensive review on bio-diesel as an alternative energy resource and its characteristics. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 7(2), 673–690.
- Zabed, H., J. N., Suely, A., Boyce, A. N., & Faruq, G. 2017. Bioethanol Production from Renewable Source: Current Perspectives and Technological Progress. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 71, 475-501.



