

ANALISIS PERFORMA MESIN SEPEDA MOTOR HONDA VARIO 125CC BERBAHAN BAKAR CAMPURAN BIOETANOL KULIT PISANG RAJA DAN PERTALITE

Muhammad Mickraj Cossie Purwanto

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: muhammad.19040@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: muhaji61@unesa.ac.id

Abstrak

Seiring berjalannya waktu, semakin bertambah pula jumlah kendaraan bermotor di Indonesia. Hal ini mengakibatkan meningkatnya konsumsi bahan bakar minyak, sedangkan cadangan minyak bumi berkurang setiap tahun. Oleh karena itu, diperlukan bahan bakar alternatif yang dapat diperbarui sebagai pengganti bahan bakar minyak atau sebagai campurannya seperti bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh bahan bakar pertalite (E0) dan campuran pertalite dengan bioetanol kulit pisang raja terhadap performa mesin sepeda motor Honda Vario 125cc tahun 2021 (torsi, daya, laju konsumsi bahan bakar, dan tekanan efektif rata-rata). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan variasi bahan bakar pertalite murni (E0) dan campuran pertalite dengan bioetanol kulit pisang raja (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70). Mesin uji eksperimen Honda Vario 125cc tahun 2021 dengan menggunakan alat uji instrumen *chassis dynamometer*. Pengujian karakteristik bahan bakar berpedoman pada (densitas ASTM D1298, viskositas ASTM D1343, titik nyala ASTM D93, nilai kalor ASTM D240). Pengujian performa mesin menggunakan standar pengujian SAE J1349 dengan metode pengujian *full open throttle valve* dengan variasi putaran mesin 3000rpm hingga 9000rpm dengan rentang 1000rpm. Hasil pengujian performa mesin menunjukkan bahwa E40 memberikan pengaruh terbesar. Hal ini dibuktikan dengan torsi yang dihasilkan sebesar 10,54 Nm pada putaran mesin 5000 rpm, daya efektif sebesar 10 HP pada putaran mesin 8000 rpm, dan tekanan efektif rata-rata sebesar 10,61 bar pada putaran mesin 5000 rpm. Laju konsumsi bahan bakar terendah adalah E0 dengan hasil 0,49 liter/jam pada 3000 rpm. Efisiensi termal tertinggi yaitu bahan bakar E40 sebesar 30,33% pada 6000 rpm.

Kata Kunci: kulit pisang raja, bioetanol, pertalite, performa mesin

Abstract

Over time, the number of motor vehicles in Indonesia has been increasing. This has led to a rise in the consumption of fossil fuels, while the reserves of crude oil diminish each year. Therefore, there is a need for renewable alternative fuels to replace or blend with fossil fuels, such as bioethanol. This study aims to analyze the impact of pertalite fuel (E0) and pertalite blended with bioethanol from banana peel on the performance of a 2021 Honda Vario 125cc motorcycle engine (torque, power, fuel consumption, and brake mean effective pressure). The research employed an experimental method with variations in pure pertalite fuel (E0) and blends of pertalite with bioethanol from banana peel (E10, E20, E30, E40, E50, E60, and E70). The experimental engine test used a 2021 Honda Vario 125cc with a chassis dynamometer instrument. The testing of fuel characteristics is based on (ASTM D1298 for density, ASTM D1343 for viscosity, ASTM D93 for flash point, ASTM D240 for calorific value). Engine performance testing followed the SAE J1349 testing standards, using the full open throttle valve testing method with engine speed variations from 3000rpm to 9000rpm. Engine performance testing revealed that E40 had the most significant impact. This was evidenced by a torque of 10.54 Nm at an engine speed of 5000rpm, effective power of 10 HP at an engine speed of 8000rpm, and an average effective pressure of 10.61 bar at an engine speed of 5000rpm. The lowest fuel consumption rate was observed with E0, yielding 0.49 liters/hour at 3000rpm. The highest thermal efficiency is achieved with E40 fuel at 30.33% at 6000 rpm.

Keywords: banana peel, bioethanol, pertalite, engine performance

PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah sepeda motor pada rentang waktu 2016—2020 meningkat 5,03% per tahun. Pada tahun 2018 total jumlah sepeda motor sebanyak 106,66 juta unit, pada tahun 2019 112,77 juta unit, dan meningkat dengan total jumlah sepeda motor 115,02 juta unit pada tahun 2020 (Badan Pusat Statistik, 2020). Sepeda motor membutuhkan bahan bakar minyak (BBM) untuk membuatnya bisa beroperasi, di mana bahan bakar minyak tersebut didapat dari pengolahan minyak bumi. Minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui karena berasal dari penguraian sisa-sisa fosil hewan dan tumbuhan

(Maatschappij, 1983). Cadangan minyak bumi menurun sebesar 174.000 miliar barel rata-rata per tahun, cadangan minyak bumi pada tahun 2020 sebesar 2,44 miliar barel.

Proses pembakaran bahan bakar fosil yang terjadi pada kendaraan bermotor bisa mengakibatkan pencemaran lingkungan. Pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan emisi gas rumah kaca yang mengakibatkan perubahan iklim, kenaikan permukaan air laut dan kepunahan keanekaragaman hayati (Zabed *et al.*, 2017). Untuk itu, perlu diperhatikan lagi dalam penggunaan bahan bakar minyak. Alternatif yang bisa digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil haruslah diproduksi dari sumber yang dapat diperbarui dan bisa digunakan pada mesin sepeda

motor tanpa diperlukan modifikasi (Dragos and Dumitru, 2017).

Di antara semua sumber energi terbarukan yang ada, bioetanol adalah salah satu bahan bakar alternatif yang paling banyak digunakan untuk transportasi. Bioetanol juga memiliki beberapa keunggulan seperti non-toksistas (Renzi *et al.*, 2016). Etanol, yang merupakan energi terbarukan yang terbuat dari produk biomassa pertanian seperti tebu, singkong, dan lain-lain. Produk ini memiliki biaya rendah dan dapat digunakan dalam mesin *spark ignition* dengan dicampur bensin. Karakteristik bioetanol sebagai bahan bakar memiliki keunggulan yaitu rendahnya efek rumah kaca, rendahnya emisi gas buang yang berbahaya ke atmosfer, mampu menyatu dengan bensin secara homogen, dan nilai oktan yang tinggi (Wibowo *et al.*, 2019).

Penelitian Sudarmanta *et al.* (2014) melakukan penelitian penggunaan campuran bensin dengan bioetanol pada mesin empat langkah, dua silinder dengan rasio kompresi 9:1 menggunakan metode *full open throttle setting*. Torsi dan daya maksimum mesin adalah masing-masing 57Nm pada 3000rpm dan 20kW pada 4500rpm. Variasi bahan bakar yang digunakan adalah E0, E5, E10, E15 dan E20. Hasil pengujian torsi dan daya tertinggi meningkat 10,27% menjadi 57,84Nm pada putaran 3000rpm dan daya menjadi 19,59watt pada putaran 3500rpm menggunakan campuran E15 dibandingkan menggunakan E0. Tekanan efektif rata-rata tertinggi menjadi 1128kPa pada putaran 3000rpm dengan campuran E15. Efisiensi termal tertinggi 44,1% pada campuran E15, meningkat 1,81% dibandingkan menggunakan E0.

Najafi *et al.* (2015) melakukan penelitian penggunaan campuran bensin dengan bioetanol limbah kulit kentang pada mesin empat langkah, empat silinder dengan kapasitas mesin 1323cc dan kompresi rasio 9,7:1. Variasi bahan bakar yang digunakan adalah bensin murni (E0) serta campuran bensin dengan bioetanol (E5, E7.5, E10, E12.5, dan E15). Hasil pengujian torsi dan daya tertinggi menggunakan campuran E15, torsi sebesar 105,5Nm dan daya 44kW. Sedangkan, konsumsi bahan bakar terendah menggunakan campuran E15.

Penelitian Renzi *et al.* (2016) melakukan penelitian penggunaan campuran bensin dengan bioetanol (E0, E50, E80) pada mesin kompresi rasio 9:1 dengan metode *50% opening of the throttle valve* dan putaran mesin 2000—3000rpm. Hasil pengujian torsi dan daya tertinggi pada bahan bakar E0 dan terendah E80. Konsumsi bahan bakar tertinggi pada campuran E80 dan terendah E0. Nilai efisiensi termal terbaik pada campuran E50 dan terburuk E80.

Sebayang dkk. (2020) melakukan penelitian penggunaan campuran bahan bakar pertalite dan bioetanol biji sorgum terhadap unjuk kerja mesin bensin dua silinder, empat langkah dengan kubikasi 550cc. Pada 3500 rpm, torsi mesin untuk semua campuran bahan bakar pertalite-bioetanol biji sorgum meningkat masing-masing sebesar 38,58 Nm (E10), 38,82Nm (E15), dan 38,95Nm (E20) dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar pertalite (38,27 Nm). Penurunan konsumsi bahan bakar terbaik pada E20 dibandingkan dengan bahan bakar E0 dan peningkatan efisiensi termal terbaik pada bahan bakar E20 sebesar

36,28% sedangkan efisiensi termal pada E0 sebesar 29,13%.

Saputra dan Susila (2020) melakukan pengujian performa mesin sepeda motor Honda Beat 108cc berbahan bakar campuran premium dan bioetanol dari batang rumput gajah. Penelitian ini membandingkan dari bahan bakar premium murni (E0) dengan campuran premium dan bioetanol (E25, E30, E35 dan E40). Didapatkan campuran terbaik adalah biopremium E30 dengan hasil torsi sebesar 10,49Nm pada 4500rpm, dan daya efektif sebesar 6,19PS pada 7500rpm.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh bahan bakar campuran pertalite dan bioetanol kulit pisang raja (E10, E20, E30, E40, E50, E60, E70) terhadap performa mesin (torsi, daya, laju konsumsi bahan bakar, dan tekanan efektif rata-rata) sepeda motor Honda Vario 125cc tahun 2021.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis eksperimen dengan menganalisis pengaruh penggunaan bahan bakar pertalite (E0) dan bahan bakar campuran pertalite dengan bioetanol kulit pisang raja (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70) terhadap performa mesin sepeda motor Honda Vario 125cc Tahun 2021. Kelompok bahan bakar dibedakan menjadi dua bagian. Kelompok bahan bakar standar menggunakan pertalite murni (E0), sedangkan kelompok eksperimen menggunakan bahan bakar campuran pertalite dengan bioetanol kulit pisang raja (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70).

Waktu dan Tempat Penelitian

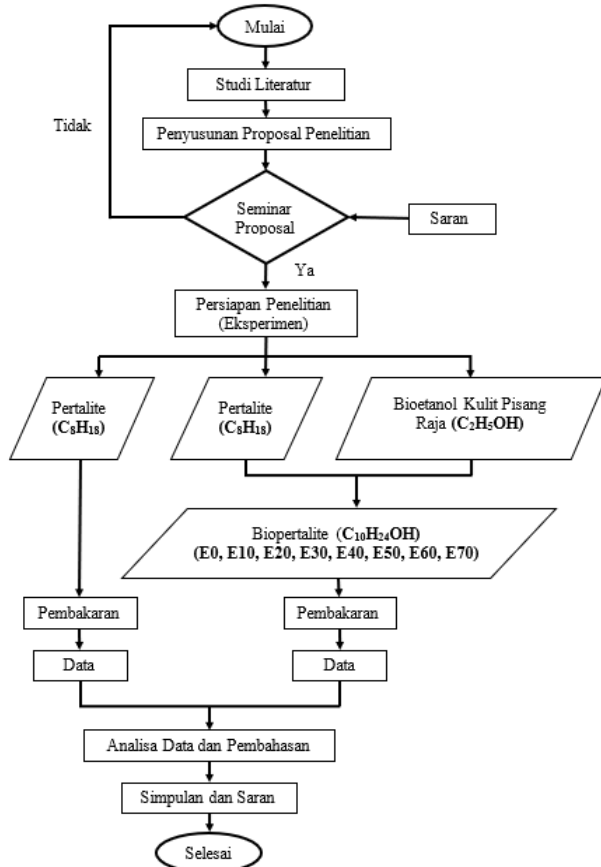
➤ Waktu Penelitian

- Pengujian karakteristik bahan bakar dilakukan setelah pembuatan bioetanol kulit pisang raja selesai.
- Pengujian performa mesin dilakukan setelah pengujian karakteristik bahan bakar biopertalite kulit pisang raja selesai.

➤ Tempat Penelitian

- Pengujian karakteristik densitas bahan bakar pertalite dan biopertalite kulit pisang raja dilakukan di Laboratorium Bahan Bakar dan Pelumas Universitas Negeri Surabaya.
- Pengujian karakteristik viskositas bahan bakar pertalite dan biopertalite kulit pisang raja dilakukan di Laboratorium Kimia Fisika Universitas Negeri Surabaya.
- Pengujian karakteristik titik nyala bahan bakar pertalite dan biopertalite kulit pisang raja dilakukan di Laboratorium Teknologi Air dan Konsultasi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Pengujian karakteristik nilai kalor bahan bakar pertalite dan biopertalite kulit pisang raja dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Universitas Brawijaya.
- Pengujian performa mesin dilaksanakan di Laboratorium Performa Mesin Universitas Negeri Surabaya.

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Rancangan penelitian

Variabel Penelitian

➤ Variabel Bebas

- Pertalite (E0)
- Biopertalite E10 (10% etanol dan 90% pertalite)
- Biopertalite E20 (20% etanol dan 80% pertalite)
- Biopertalite E30 (30% etanol dan 70% pertalite)
- Biopertalite E40 (40% etanol dan 60% pertalite)
- Biopertalite E50 (50% etanol dan 50% pertalite)
- Biopertalite E60 (60% etanol dan 40% pertalite)
- Biopertalite E70 (70% etanol dan 30% pertalite)

➤ Variabel Terikat

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu torsi, daya, laju konsumsi bahan bakar, tekanan efektif rata-rata, serta efisiensi termal Honda Vario 125cc tahun 2021.

➤ Variabel Kontrol

- Pengujian torsi, daya, dan laju konsumsi bahan bakar 3000 hingga 9000rpm dengan rentang 1000rpm pada sepeda motor Honda Vario 125cc tahun 2021
- Mesin sepeda motor Honda Vario 125cc tahun 2021
- Temperatur minyak pelumas 80°C—90°C.
- Minyak pelumas dengan kekentalan SAE 10W—40

- Proses pencampuran bahan bakar dilakukan dengan menggunakan *hot plate magnetic stirrer*.

Rangkaian Peralatan dan Instrumen



Gambar 2. Rangkaian peralatan dan Instrumen

Keterangan gambar:

- 1) Sepeda motor Honda Vario 125cc tahun 2021
- 2) Chassis *Dynamometer*
- 3) Ratchet strap
- 4) Kabel *console*
- 5) *Display monitor* dan tachometer digital
- 6) Tangki ukur
- 7) Saluran bahan bakar
- 8) Stopwatch
- 9) Blower

Prosedur Pengujian

Prosedur pada penelitian ini yaitu proses persiapan pengujian performa mesin dan saat melakukan pengujian performa mesin.

➤ Persiapan Pengujian Performa Mesin

- 1) Memastikan telah melakukan *tune up* pada sepeda motor yang akan diuji
- 2) Mempersiapkan bahan bakar pertalite murni (E0) dan biopertalite (E10, E20, E30, E40, E50, E60, dan E70)
- 3) Menaikkan kendaraan ke atas *chassis dynamometer*
- 4) Memasang *tie down* ke suspensi depan sepeda motor
- 5) Memasang kabel jepit digital tachometer pada kabel busi motor, nyalakan motor dan pastikan rpm telah terkoneksi
- 6) Menyalakan monitor
- 7) Membuka *software chassis dynamometer*

➤ Pengujian Performa Mesin

a. Torsi dan Daya

- 1) Menyalakan *blower*
- 2) Melakukan akselerasi hingga mencapai 3000 rpm dan pastikan roda belakang sepeda motor berputar. Setelah mencapai putaran 3000 rpm tekan tombol *switch* sekali untuk merekam data, dan putar *handle gas* untuk memastikan *throttle* terbuka penuh
- 3) Melakukan langkah (2) hingga sepeda motor mencapai putaran 9000 rpm, lalu tekan tombol *switch* dan kembalikan *handle gas* ke posisi semula pada waktu yang bersamaan

- 4) Menyimpan data hasil pengujian
- 5) Pengujian dan pengambilan data dilakukan minimal tiga kali agar hasil yang didapatkan valid.

b. Volume Konsumsi Bahan Bakar

- 1) Memasang selang injektor pada pipet *fuel flow* meter yang sudah terhubung dengan tangki bahan bakar terpisah
- 2) Mengisi tangki terpisah tersebut dan membuka Kran penghubung pipet dan tangki sehingga pipet terisi penuh
- 3) Menyalakan *blower*
- 4) Mengatur bukaan *valve* bahan bakar sesuai dengan mesin sepeda motor yaitu pada putaran 3000—9000 rpm dengan interval 1000 rpm menggunakan *handle gas*
- 5) Menggunakan *stopwatch* untuk mengukur waktu penggunaan bahan bakar mulai batas maksimum hingga mencapai batas minimum pipet volumetrik
- 6) Mencatat waktu penggunaan bahan bakar
- 7) Pengujian dan pengambilan data dilakukan minimal 3 kali agar hasil yang didapatkan valid.

c. Tekanan Efektif Rata-rata

Data tekanan efektif rata-rata akan dihitung menggunakan rumus berikut.

$$b_{mep} = \frac{2\pi n_R T}{A \times L}$$

d. Efisiensi Termal

Data efisiensi termal akan dihitung menggunakan rumus berikut.

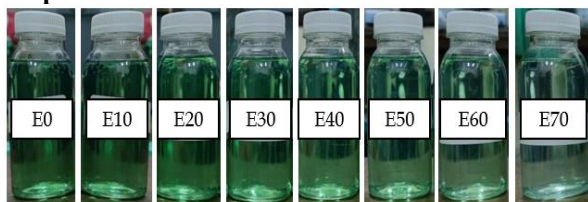
$$\eta_{th} = \frac{N_e}{f_c \times Q_{bb}} \times 100\%$$

Teknik Analisa Data

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Teknik analisis data dilakukan dengan cara menganalisis data kuantitatif yang diperoleh dari pengujian. Data tersebut dimasukkan ke dalam tabel dan disajikan dalam bentuk grafik. Selanjutnya, data yang ada di dalam tabel dan grafik dideskripsikan menjadi kalimat yang sederhana dan mudah dipahami, sehingga dapat diambil kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Campuran Bahan Bakar



Gambar 3. Campuran bahan bakar biopertalite

Karakteristik Bahan Bakar

Pengujian karakteristik campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol kulit pisang raja meliputi uji densitas,

viskositas, titik nyala, dan nilai kalor. Hasil pengujian karakteristik bahan bakar ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian karakteristik bahan bakar biopertalite kulit pisang raja

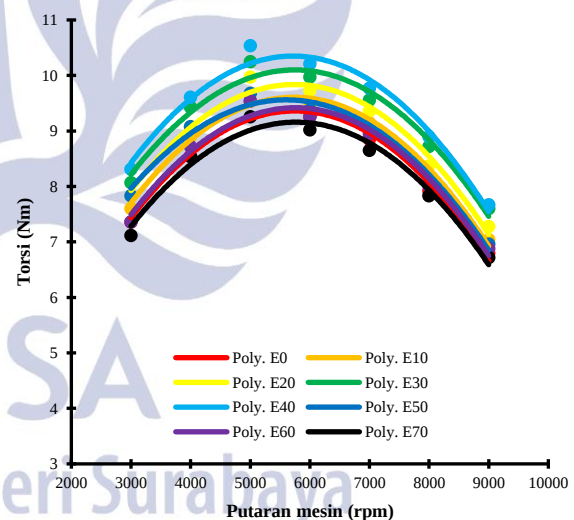
Parameter	Satuan	Hasil Pengujian							
		E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70
Densitas	kg/m ³	742,8	750,4	756,4	761,2	766,8	772,4	776,8	782,8
Viskositas	mPa.s	0,463	0,506	0,557	0,673	0,708	0,779	0,853	0,967
Titik nyala	°C	-44	-37	-33	-26	-20	-15	-8	-2
Nilai kalor	cal/gram	10592	8034	7161	6288	5270	5269	4589	4154

Torsi

Tabel 2. Hasil pengujian torsi

rpm	Torsi (Nm)								Persentase perubahan (Δ%)						
	E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4	Δ5	Δ6	Δ7
3000	7,36	7,6	7,83	8,07	8,31	7,83	7,36	7,12	3,26	6,39	9,65	12,91	6,39	0,00	-3,26
4000	8,54	8,9	9,08	9,43	9,61	9,08	8,72	8,54	4,22	6,32	10,42	12,53	6,32	2,11	0,00
5000	9,54	9,68	9,97	10,25	10,54	9,68	9,54	9,26	1,47	4,51	7,44	10,48	1,47	0,00	-2,94
6000	9,26	9,49	9,73	9,97	10,21	9,38	9,26	9,02	2,48	5,08	7,67	10,26	1,30	0,00	-2,59
7000	8,85	9,15	9,36	9,56	9,77	9,05	8,95	8,65	3,39	5,76	8,02	10,40	2,26	1,13	-2,26
8000	7,92	8,19	8,37	8,72	8,9	8,1	8,01	7,83	3,41	5,68	10,10	12,37	2,27	1,14	-1,14
9000	6,8	7,04	7,28	7,6	7,67	6,96	6,88	6,72	3,53	7,06	11,76	12,79	2,35	1,18	-1,18
Rata-rata									3,11	5,83	9,30	11,68	3,19	0,79	-1,91

Torsi mesin yang dihasilkan oleh campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol kulit pisang raja masing-masing mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan E0, E10 meningkat sebesar 3,11%, E20 meningkat sebesar 5,83%, E30 meningkat sebesar 9,30%, E40 meningkat sebesar 11,68%, E50 meningkat sebesar 3,19%, dan E60 meningkat sebesar 0,79%. Sedangkan pada E70 mengalami penurunan sebesar 1,91%.



Gambar 4. Grafik torsi terhadap putaran mesin

Berdasarkan gambar 4, torsi mesin mengalami kenaikan pada rentang 3000—5000 rpm. Hal ini disebabkan karena seiring dengan meningkatnya putaran mesin akan diikuti dengan meningkatnya efisiensi volumetrik, sehingga campuran udara-bahan bakar yang dikompresi di dalam ruang bakar juga semakin banyak. Ketika bahan bakar yang dikompresi semakin banyak maka ledakan yang terjadi di dalam ruang bakar juga semakin besar. Ledakan yang besar ini akan memberikan gaya dorong yang besar pula terhadap kepala piston, sehingga torsi akan meningkat. Densitas yang tinggi dari bahan bakar biopertalite juga memberikan pengaruh kepada torsi

mesin, karena semakin besar densitas maka semakin banyak energi yang terkandung pada bahan bakar yang diinjeksikan ke ruang bakar.

Torsi mesin mengalami penurunan ketika memasuki rentang putaran mesin 6000–9000 rpm. Hal ini terjadi karena semakin tinggi putaran mesin membuat *overlapping* katup hisap dan buang semakin cepat dan menyebabkan campuran udara-bahan bakar yang masuk belum sempat terbakar di ruang bakar dan keluar melalui katup buang yang masih terbuka, sehingga mengakibatkan bahan bakar yang akan dikompresi semakin berkurang. Torsi mesin yang dihasilkan pada pengujian ini juga mengalami penurunan jika dibandingkan dengan torsi standar, hal ini disebabkan karena faktor usia dan perawatan mesin.

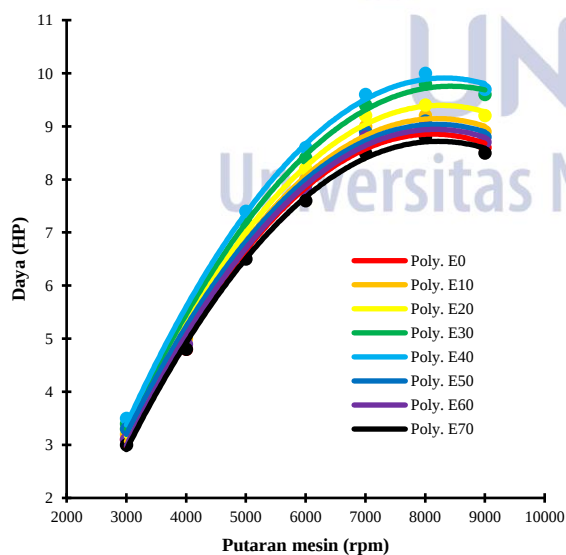
Hasil penelitian menyatakan bahwa seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol ke dalam campuran bahan bakar maka torsi akan semakin meningkat juga. Akan tetapi, torsi mengalami penurunan saat menggunakan bahan bakar dengan kadar etanol di atas 40% (E40).

Daya Efektif

Tabel 3. Hasil pengujian torsi

rpm	Daya efektif (HP)							Persentase perubahan ($\Delta\%$)								
	E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	$\Delta 6$	$\Delta 7$	
3000	3.1	3.2	3.3	3.3	3.4	3.5	3.3	3.1	3	3.23	6.45	9.68	12.90	6.45	0.00	-3.23
4000	4.8	5	5.1	5.3	5.4	5.1	4.9	4.8	4.17	6.25	10.42	12.50	6.25	2.08	0.00	0
5000	6.7	6.8	7	7.2	7.4	6.8	6.7	6.5	1.49	4.48	7.46	10.45	1.49	0.00	-2.99	0
6000	7.8	8	8.2	8.4	8.6	7.9	7.8	7.6	2.56	5.13	7.69	10.26	1.28	0.00	-2.56	0
7000	8.7	9	9.2	9.4	9.6	8.9	8.8	8.5	3.45	5.75	8.05	10.34	2.30	1.15	-2.30	0
8000	8.9	9.2	9.4	9.8	10	9.1	9	8.8	3.37	5.62	10.11	12.36	2.25	1.12	-1.12	-2.30
9000	8.6	8.9	9.2	9.6	9.7	8.8	8.7	8.5	3.49	6.98	11.63	12.79	2.33	1.16	-1.16	-2.30
Rata-rata									3.11	5.81	9.29	11.66	3.19	0.79	-1.91	0

Daya efektif yang dihasilkan oleh campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol kulit pisang raja masing-masing mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan E0, E10 meningkat sebesar 3,11%, E20 meningkat sebesar 5,81%, E30 meningkat sebesar 9,29%, E40 meningkat sebesar 11,66%, E50 meningkat sebesar 3,19%, E60 meningkat sebesar 0,79%. Sedangkan E70 mengalami penurunan sebesar 1,91%.



Gambar 5. Grafik daya efektif terhadap putaran mesin

Berdasarkan gambar 4, daya efektif mengalami kenaikan pada rentang 3000–8000 rpm. Hal ini terjadi karena ketika pada putaran mesin yang tinggi maka bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar untuk dikompresi juga semakin banyak, akibatnya daya yang dihasilkan semakin meningkat. Selain itu, lebih banyak bahan bakar yang diinjeksikan pada volume yang sama karena densitas bioetanol yang lebih tinggi.

Daya efektif mengalami penurunan ketika memasuki rentang putaran mesin 9000 rpm. Hal ini disebabkan pada putaran mesin yang tinggi, pembakaran berlangsung lebih cepat sehingga bahan bakar yang ada di dalam ruang bakar tidak mampu terkompresi secara sempurna. Daya yang dihasilkan pada pengujian ini juga mengalami penurunan jika dibandingkan dengan daya standar, hal ini disebabkan karena faktor usia dan perawatan mesin.

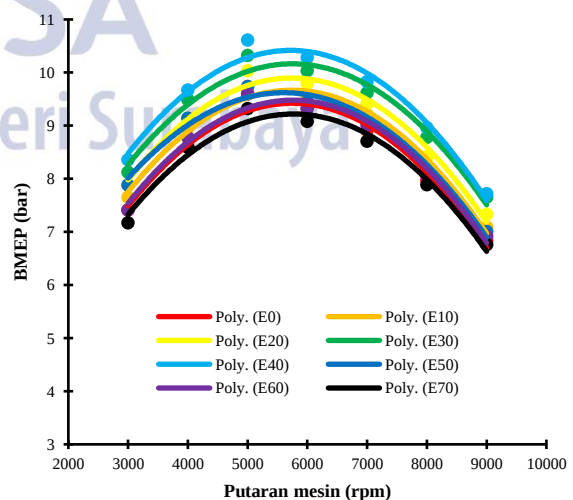
Hasil penelitian menyatakan bahwa seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol ke dalam campuran bahan bakar maka daya efektif akan semakin meningkat juga. Akan tetapi, daya efektif mengalami penurunan pada saat menggunakan bahan bakar dengan kadar etanol di atas 40% (E40).

Tekanan Efektif Rata-rata

Tabel 4. Hasil perhitungan tekanan efektif rata-rata

rpm	Tekanan efektif rata-rata (bmep)								Persentase perubahan ($\Delta\%$)						
	E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	$\Delta 6$	$\Delta 7$
3000	7,41	7,65	7,88	8,12	8,36	7,88	7,41	7,17	3,24	6,34	9,58	12,82	6,34	0,00	-3,24
4000	8,6	8,96	9,14	9,49	9,67	9,14	8,78	8,59	4,19	6,28	10,35	12,44	6,28	2,09	-0,12
5000	9,6	9,74	10,03	10,32	10,61	9,74	9,6	9,32	1,46	4,48	7,50	10,52	1,46	0,00	-2,92
6000	9,32	9,55	9,79	10,03	10,28	9,44	9,32	9,08	2,47	5,04	7,62	10,30	1,29	0,00	-2,58
7000	8,91	9,21	9,42	9,62	9,83	9,11	9,01	8,71	3,37	5,72	7,97	10,33	2,24	1,12	-2,24
8000	7,97	8,24	8,42	8,78	8,96	8,15	8,06	7,89	3,39	5,65	10,16	12,42	2,26	1,13	-1,00
9000	6,84	7,09	7,33	7,65	7,72	7,01	6,92	6,76	3,65	7,16	11,84	12,87	2,49	1,17	-1,17
Rata-rata									3,11	5,81	9,29	11,67	3,19	0,79	-1,89

Tekanan efektif rata-rata yang dihasilkan oleh campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol kulit pisang raja masing-masing mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan E0, E10 meningkat sebesar 3,11%, E20 meningkat sebesar 5,81%, E30 meningkat sebesar 9,29%, E40 meningkat sebesar 11,67%, E50 meningkat sebesar 3,19%, E60 meningkat sebesar 0,79%. Sedangkan E70 mengalami penurunan sebesar 1,89%.



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

Berdasarkan gambar 6, tekanan efektif rata-rata mengalami kenaikan pada rentang 3000—5000 rpm. Hal ini terjadi karena ketika putaran mesin semakin meningkat akan membuat pembakaran berlangsung mendekati sempurna dan perambatan nyala api semakin cepat akibatnya temperatur dan tekanan pembakaran semakin meningkat, sehingga hasil tekanan efektif rata-rata semakin meningkat.

Peningkatan tekanan efektif rata-rata juga disebabkan oleh tingginya nilai oktan biopertalite yang membuat pembakaran lebih sempurna dan ledakan yang dihasilkan dari pembakaran semakin besar. Hal ini memberikan gaya dorong yang besar pada kepala piston sehingga tekanan efektif rata-rata semakin meningkat.

Tekanan efektif rata-rata mengalami penurunan ketika memasuki rentang putaran mesin 6000—9000 rpm. Hal ini disebabkan pada putaran mesin yang tinggi, torak tidak memiliki cukup waktu untuk menghisap campuran udara-bahan bakar. Akibatnya, volume campuran udara-bahan bakar yang terhisap berkurang serta tekanan efektif rata-rata juga menurun.

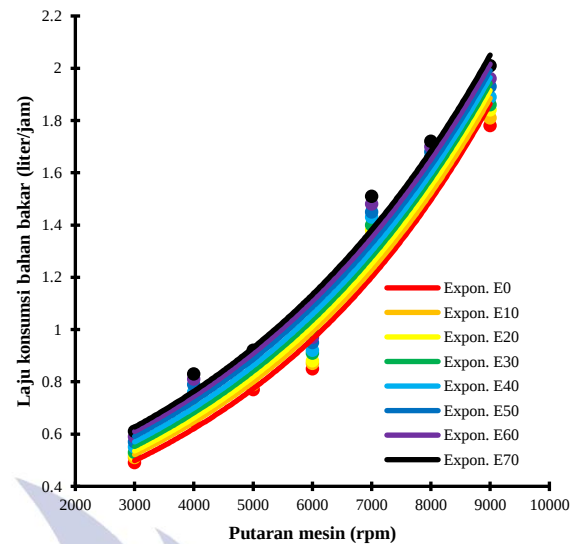
Hasil penelitian menyatakan bahwa seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol ke dalam campuran bahan bakar maka tekanan efektif rata-rata akan semakin meningkat juga. Akan tetapi, tekanan efektif rata-rata mengalami penurunan pada saat menggunakan bahan bakar dengan kadar etanol di atas 40%.

Laju Konsumsi Bahan Bakar

Tabel 5. Hasil pengujian laju konsumsi bahan bakar

rpm	Laju konsumsi bahan bakar (l/jam)								Persentase perubahan ($\Delta\%$)							
	E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 3$	$\Delta 4$	$\Delta 5$	$\Delta 6$	$\Delta 7$	
3000	0,49	0,51	0,52	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	4,08	6,12	8,16	12,24	16,33	20,41	24,49	
4000	0,65	0,69	0,71	0,74	0,76	0,79	0,81	0,83	6,15	9,23	13,85	16,92	21,54	24,62	27,69	
5000	0,77	0,79	0,82	0,84	0,86	0,88	0,9	0,92	2,60	6,49	9,09	11,69	14,29	16,88	19,48	
6000	0,85	0,87	0,88	0,91	0,92	0,95	0,97	0,99	2,35	3,53	7,06	8,24	11,76	14,12	16,47	
7000	1,35	1,36	1,38	1,4	1,43	1,45	1,48	1,51	0,74	2,22	3,70	5,93	7,41	9,63	11,85	
8000	1,54	1,58	1,61	1,64	1,66	1,68	1,7	1,72	2,60	4,55	6,49	7,79	9,09	10,39	11,69	
9000	1,78	1,81	1,84	1,86	1,89	1,93	1,96	2,01	1,69	3,37	4,49	6,18	8,43	10,11	12,92	
Rata-rata									2,89	5,07	7,55	9,86	12,69	15,17	17,80	

Laju konsumsi bahan bakar yang dihasilkan oleh campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol kulit pisang raja masing-masing mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan E0, E10 meningkat sebesar 2,89%, E20 sebesar 5,07%, E30 sebesar 7,55%, E40 sebesar 9,86%, E50 sebesar 12,69%, E60 sebesar 15,17%, dan E70 sebesar 17,80%. Persentase perubahan laju konsumsi pada bahan bakar E70 ($\Delta 7$) adalah positif, karena laju konsumsi bahan bakar E70 yang lebih tinggi dari pada bahan bakar pertalite (E0).



Gambar 7. Grafik laju konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin

Berdasarkan gambar 7, laju konsumsi bahan bakar pada rentang 3000—6000 rpm masih cenderung rendah. Hal ini terjadi karena ketika putaran mesin awal *throttle valve* masih belum terbuka lebar. Akibatnya, bahan bakar yang dikonsumsi oleh mesin juga masih sedikit.

Laju konsumsi bahan bakar cenderung mengalami peningkatan ketika memasuki rentang putaran mesin 7000—9000 rpm. Hal ini disebabkan pada ketika putaran mesin yang semakin tinggi maka *throttle valve* juga terbuka semakin lebar. Akibatnya, bahan bakar yang masuk kedalam ruang bakar juga semakin banyak.

Hasil penelitian menyatakan bahwa seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol ke dalam campuran bahan bakar maka laju konsumsi bahan bakar akan meningkat. Hal ini disebabkan nilai kalor bahan bakar biopertalite lebih rendah dibandingkan dengan E0 yang membuat mesin membutuhkan lebih banyak energi untuk menghasilkan kinerja yang sama. Selain itu, juga karena rasio udara-bahan bakar pertalite yang lebih mendekati rasio sempurna dibandingkan dengan bahan bakar biopertalite.

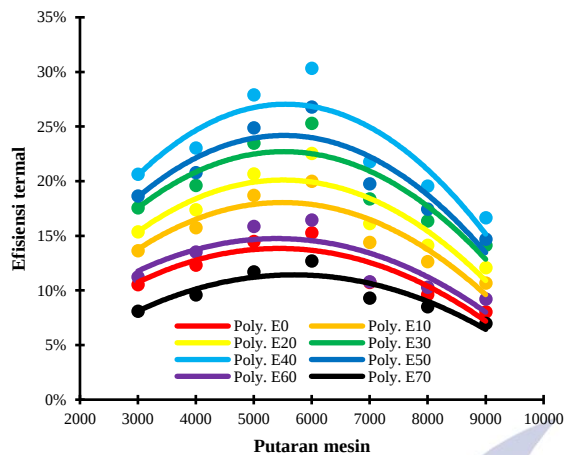
Efisiensi Termal

Tabel 6. Hasil perhitungan efisiensi termal

rpm	Efisiensi termal (%)								Persentase perubahan (Δ%)						
	E0	E10	E20	E30	E40	E50	E60	E70	Δ1	Δ2	Δ3	Δ4	Δ5	Δ6	Δ7
3000	10,54	13,65	15,36	17,57	20,65	18,65	11,23	8,10	29,51	45,73	66,70	95,92	76,94	6,55	-23,15
4000	12,31	15,76	17,39	19,62	23,06	20,80	13,51	9,60	28,03	41,27	59,38	87,33	68,97	9,75	-22,01
5000	14,50	18,72	20,66	23,48	27,92	24,90	15,87	11,70	29,10	42,48	61,93	92,55	71,72	9,45	-19,31
6000	15,29	20,00	22,56	25,29	30,33	26,79	16,45	12,70	30,80	47,55	65,40	98,36	75,21	7,59	-16,94
7000	10,74	14,39	16,14	18,39	21,78	19,77	10,79	9,30	33,99	50,28	71,23	102,79	84,08	0,47	-13,41
8000	9,63	12,66	14,13	16,37	19,55	17,45	10,31	8,50	31,46	46,73	69,99	103,01	81,20	7,06	-11,73
9000	8,05	10,69	12,10	14,14	16,65	14,69	9,22	7,00	32,80	50,31	75,65	106,83	82,48	14,53	-13,04
Rata-rata									30,81	46,34	67,18	98,11	77,23	7,91	-17,09

Efisiensi termal yang dihasilkan oleh campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol kulit pisang raja masing-masing mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan E0, E10 meningkat sebesar 30,81%, E20 sebesar 46,34%, E30 sebesar 67,18%, E40 sebesar 98,11%, E50 sebesar

77,23%, dan E60 sebesar 7,91%, sedangkan E70 mengalami penurunan sebesar 17,09%.



Gambar 8. Grafik efisiensi termal terhadap putaran mesin

Berdasarkan gambar 8, efisiensi termal pada rentang 3000—6000 rpm cenderung meningkat. Hal ini terjadi karena ketika putaran semakin meningkat, campuran udara-bahan bakar akan semakin mendekati campuran stoikiometri sehingga perambatan nyala api akan semakin cepat dan pembakaran berlangsung lebih sempurna. Akibatnya, tekanan dan temperatur pembakaran juga semakin meningkat sehingga menghasilkan efisiensi termal yang lebih tinggi.

Efisiensi termal mengalami penurunan ketika memasuki rentang putaran mesin 7000—9000 rpm. Hal ini disebabkan pada putaran mesin yang tinggi, torak tidak memiliki cukup waktu untuk menghisap campuran udara-bahan bakar.

Hasil penelitian menyatakan bahwa seiring dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol ke dalam campuran bahan bakar maka efisiensi termal akan semakin meningkat juga. Hal ini dikarenakan ketika konsentrasi bioetanol semakin meningkat akan menghasilkan daya yang semakin besar, sehingga efisiensi termal semakin meningkat. Akan tetapi, efisiensi termal mengalami penurunan pada bahan bakar dengan kadar etanol di atas 40% (E40).

PENUTUP

Simpulan

Simpulan dari hasil penelitian, analisis, serta pembahasan tentang pengaruh campuran bahan bakar pertalite dengan bioetanol kulit pisang raja terhadap kinerja mesin Honda Vario 125cc 2021 adalah sebagai berikut:

- Karakteristik bahan bakar (densitas, viskositas, dan titik nyala) tertinggi dihasilkan oleh E70. Karakteristik tersebut semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi bioetanol di dalam bahan bakar. Akan tetapi, nilai kalor tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar E0 dan semakin menurun dengan bertambahnya konsentrasi bioetanol di dalam bahan bakar.
- Torsi yang dihasilkan oleh mesin semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi bioetanol di dalam campuran bahan bakar biopertalite. Torsi mesin tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar E40 pada putaran

mesin 5000 rpm yaitu sebesar 10,54 Nm dan mengalami peningkatan sebesar 11,68% jika dibandingkan dengan bahan bakar E0. Daya efektif yang dihasilkan oleh mesin semakin meningkat juga seiring bertambahnya konsentrasi bioetanol di dalam campuran bahan bakar biopertalite. Daya efektif tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar E40 pada putaran mesin 8000 rpm yaitu sebesar 10 HP dan mengalami peningkatan sebesar 11,66% jika dibandingkan dengan bahan bakar E0. Tekanan efektif rata-rata yang dihasilkan oleh mesin semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi bioetanol didalam campuran bahan bakar biopertalite. Tekanan efektif rata-rata tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar E40 pada putaran mesin 5000 rpm yaitu sebesar 10,61 bar dan mengalami peningkatan sebesar 11,67% jika dibandingkan dengan bahan bakar E0. Laju konsumsi bahan bakar semakin meningkat seiring semakin bertambahnya konsentrasi bioetanol di dalam campuran bahan bakar biopertalite. Laju konsumsi bahan bakar terendah dihasilkan oleh bahan bakar E0 pada putaran mesin 3000 rpm yaitu sebesar 0,49 liter/jam. Efisiensi termal yang dihasilkan oleh mesin semakin meningkat seiring bertambahnya konsentrasi bioetanol di dalam campuran bahan bakar biopertalite. Efisiensi termal tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar E40 pada putaran mesin 6000 rpm yaitu sebesar 30,33%.

Saran

Dari hasil penelitian, analisis, serta pembahasan yang telah dilaksanakan, diberikan saran untuk penelitian di masa mendatang sebagai berikut:

- Sebelum melakukan pengujian performa 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.
- Pengujian konsumsi bahan bakar sebaiknya menggunakan metode yang lebih akurat, seperti menggunakan *engine dynamometer*.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. 2021. *Statistik Transportasi Darat 2020*. Jakarta.
- Dragos, T., & Dumitru, I. 2017. "Experimental Study on The Effect of Adding Bioethanol in Spark Ignition Engine". *Scientific Bulletin - Automotive Series*. Vol. 27. <https://doi.org/10.26825/bup.ar.2017.011>
- Maatschappij, K. N. P. 1983. *The Petroleum Handbook*. Elsevier.
- Najafi, G., Ghobadian, B., Yusaf, T., Ardebili, S. M. S., & Mamat, R. 2015. "Optimization of Performance and Exhaust Emission Parameters of A SI (Spark Ignition) Engine with Gasoline-ethanol Blended Fuels Using Response Surface Methodology". *Energy*. Vol. 90: hal.

1815–1829.

<https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.07.004>

- Renzi, M., Bietresato, M., & Mazzetto, F. 2016. “An Experimental Evaluation of The Performance of A SI Internal Combustion Engine for Agricultural Purposes Fuelled with Different Bioethanol Blends”. *Energy*. Vol. 115: hal. 1069–1080.
<https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.09.050>
- Saputra, A. E., & Susila, I. W. 2020. “Uji Performa Mesin Sepeda Motor Honda Beat 108cc Berbahan Bakar Campuran Premium dan Bioetanol dari Batang Rumpun Gajah”. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*. Vol. 10(01): hal. 80–86.
- Sebayang, A. H., Ibrahim, H., Dharma, S., Silitonga, A. S., Ginting, B. B., & Damanik, N. 2020. “Pengaruh Campuran Bahan Bakar Pertalite-Bioetanol Biji Sorghum pada Mesin Bensin”. *Jurnal Teknosains*. Vol. 9(2): hal. 91-104.
<https://doi.org/10.22146/teknosains.40502>
- Sudarmanta, B., Darsopuspito, S., & Sungkono, D. 2014. “Influence of Bioethanol-Gasoline Blended Fuel on Performance and Emissions Characteristics from Port Injection Sinjai Engine 650 Cc”. *Applied Mechanics and Materials*. Vol. 493: hal. 273–280.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.493.273>
- Wibowo, C. S., Sugiarto, B., Zikra, A., Budi, A., Mulya, T., & Muchar, M. 2019. “The Effect of Bioethanol-Varying Gasoline Blends on Performance and Emission of SI Engine 150 CC”. *AIP Conference Proceedings* 2062. <https://doi.org/10.1063/1.5086567>
- Zabed, H., Sahu, J. N., Suely, A., Boyce, A. N., & Faruq, G. 2017. “Bioethanol Production from Renewable Sources: Current Perspectives and Technological Progress”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Vol. 71: hal. 475–501.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.076>