JTME (Jurnal Teknik Mesin dan Energi)
ISSN: 2460-5751 *E-Mail*: jtm@sttrcepu.ac.id

Pengaruh Campuran Bahan Bakar Pertalite Dengan Minyak Kayu Putih Terhadap Emisi Gas Buang Dan Performa Mesin Sepeda Motor Empat Langkah

Zegan Ramadhani Eka Putra[a], Hendri Suryanto[a*]

[a]Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu, Blora

*E-mail: hendrie_s@yahoo.com

Tentang naskah:

-diterima, 31 Okt 2021
-direview, 29 Des 2021
-diterbitkan, 31 Des 2021

Kata kunci:
Emisi gas buang, Minyak kayu putih, Konsumsi bahan bakar, Akselerasi

Intisari

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh perbandingan pencampuran bahan bakar pertalite dengan minyak kayu putih pada motor 4 langkah serta mengetahui komposisi terbaik dari campuran pertalite dan minyak kayu putih untuk penelitian terhadap emisi gas buang, konsumsi bahan bakar, dan akselerasi. Tujuan dari penelitian ini menggunakan minyak kayu putih adalah untuk menaikkan performa mesin. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan mencampurkan bahan bakar pertalite murni dengan minyak kayu putih komposisi pertlaite 90% dan minyak kayu putih 10%, pertalite 85% dan minyak kayu putih 15%, pertalite 80% dan minyak kayu putih 20%. Pengujian emisi gas buang dilakukan pada putaran 3000-5000 rpm, pengujian konsumsi bahan bakar dilakukan pada putaran 3000-5000 rpm, pengujian akselerasi dilakukan pada 1000-8000 rpm. Dari hasil penelitian yang diuji dapat disimpulkan bahwa penurunan emisi gas buang pada campuran bahan bakar pertalite 80% dengan minyak kayu putih 20%, konsumsi bahan bakar yang paling irit pada campuran bahan bakar pertalite 80% dengan minyak kayu putih 20%, percepatan akselerasi nilai paling tinggi 15468 rpm/detik dengan pertalite murni, dan campuran pertalite 80% dan minyak kayu putih 20% menghasilkan percepatan terendah 13050 rpm/detik.

Keywords:
Exhaust emissions, Eucalyptus oil, Fuel consumption, Acceleration

Abstract

This research was conducted to determine the effect of the ratio of mixing pertalite fuel with eucalyptus oil on a 4 stroke motor and to find out the best composition of the mixture of pertalite and eucalyptus oil for research on exhaust emissions, fuel consumption, and acceleration. The purpose of this study using eucalyptus oil is to increase engine performance. The method used in this research is to mix pure pertalite fuel with eucalyptus oil with 90% pertalate composition and 10% eucalyptus oil, 85% pertalite and 15% eucalyptus oil, 80% pertalite and eucalyptus oil. 20%. Exhaust emission testing is carried out at 3000-5000 rpm, fuel consumption testing is carried out at 3000-5000 rpm, acceleration testing is carried out at 1000-8000 rpm. From the results of the research tested, it can be concluded that the reduction in exhaust emissions in the 80% pertalite fuel mixture with 20% eucalyptus oil, the most economical fuel consumption in the 80% pertalite fuel mixture with 20% eucalyptus oil, The highest acceleration value is 15468 rpm/second with pure pertalite, and a mixture of 80% pertalite and 20% eucalyptus oil produces the lowest acceleration of 13050 rpm/second.

1. Pendahuluan

Kebutuhan manusia sehari-hari tidak lepas dari kebutuhan bahan bakar minyak. Peningkatan jumlah kendaraan seiring pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk sehingga secara tidak langsung meningkatkan konsumsi bahan bakar minyak. Mengingat bahan bakar minyak berasal dari minyak bumi yang jumlahnya terbatas di alam dan sumbernya tidak dapat diperbaharui, maka diperlukan langkah-langkah penghematan dalam penggunaan bahan bakar minyak tersebut.

Salah satu usaha penghematan bahan bakar minyak adalah penggunaan bahan aditif yaitu suatu bahan yang ditambahkan ke dalam bahan bakar minyak yang bertujuan meningkatkan kinerja serta menyempurnakan pembakaran dalam ruang bakar mesin (Silaban, 2012).

Penelitian-penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh bahan bioaditif terhadap performa mesin kendaraan. Silaban (2012), meneliti penggunaan minyak serai wangi sebagai bioaditif pada premium. Pengujian dilakukan dengan menambahkan minyak serai wangi sebesar 0,1% ke dalam

premium dan diuji pada mesin bensin. Hasil pengujian menunjukkan hingga putaran 1900 rpm daya poros yang dihasilkan lebih rendah sekitar 4,87% tetapi pada putaran 2100 rpm, daya poros yang dihasilkan sama dengan yang dihasilkan jika menggunakan premium saja. Konsumsi bahan bakar menurun 4,84% berdasarkan perhitungan SFC. Sedangkan efisiensi termalnya meningkat sekitar 6,56%. Penambahan bio-aditif juga dapat menurunkan kadar emisi HC dan CO.

Sulistyo (2015), meneliti pemanfaatan terpentin untuk mengurangi emisi gas buang pada sepeda motor. Penelitian dilakukan dengan mencampurkan terpentin dengan bahan bakar premium dengan komposisi 90% premium dan 10% terpentin, 80% dan 20%, 70% dan 30%, 60% dan 40% yang diujikan pada sepeda motor empat langkah sistem injeksi bahan bakar. Hasil pengujian menunjukkan emisi gas CO dan HC paling sedikit ditemukan pada variasi pencampuran 80% premium dan 20% terpentin. Data juga menunjukkan bahwa pada variasi ini emisi O_2 paling sedikit. Hal ini mengindikasikan bahwa terjadi pembakaran sempurna dalam ruang bakar kendaraan sehingga oksigen yang tersisa sedikit.

Penelitian Alfian, et al. (2020), ditujukan untuk mengetahui seberapa pengaruh konsumsi bahan bakar dan performa mesin dengan menggunakan campuran bahan bakar premium 500 ml dan minyak cengkeh dengan komposisi 1%, 0,6%, 0,3%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat penurunan konsumsi bahan bakar masing-masing sebesar 10,6% untuk campuran 1%, 18,2% untuk campuran 0,6% dan 15,4% untuk campuran 0,3%.

Utomo dan Arsana (2020), meneliti pengaruh penambahan bioaditif minyak kayu putih pada bahan bakar pertalite terhadap performa, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang sepeda motor Pengujian menggunakan minyak kayu putih sebanyak 7% dan 8% volume dalam bahan bakar pertalite yang diujikan pada sepeda motor Honda CS1 150 PGM-FI pada putaran mesin 1500 rpm sampai 9000 rpm. Hasil pengujian menunjukkan dengan penambahan minyak kayu putih 8% torsi rata-rata meningkat 2,22%, daya rata-rata meningkat 2,53%. emisi gas buang CO dan HC menurun rata-rata 34,15% dan 14,59% serta konsumsi bahan bakar menurun rata-rata 35,78%.

Penelitian-penelitian di atas mencampurkan bahan bioaditif dengan jumlah yang masih sedikit dalam bahan bakar minyak yang digunakan. Kecuali penelitian yang dilakukan Sulistyo (2015) menggunakan hingga 40% bahan aditif dengan hasil emisi gas buangnya di bawah ambang batas sesuai peraturan pemerintah. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian bahan bakar minyak dengan campuran bahan bioaditif dengan persentase 10% sampai dengan 20%, di atas volume bahan aditif yang digunakan Utomo dan Arsana (2020), dengan menggunakan bahan bioaditif yang sama yaitu minyak kayu putih. Pemilihan minyak kayu putih dalam penelitian ini karena ketersediaannya yang banyak di pasaran sehingga mudah diperoleh.

2. Kerangka Teori

2.1 Bahan Bakar

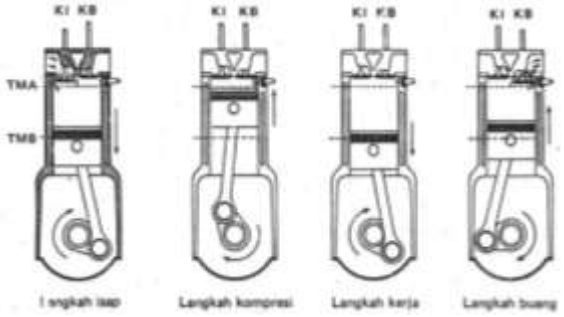
Bahan bakar adalah material, zat, atau benda yang digunakan dalam proses pembakaran untuk menghasilkan energi panas. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses pembakaran (reaksi redoks) di mana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan oksigen di udara. Keberadaan bahan bakar sangat penting untuk proses pembakaran mesin, karena tanpa adanya bahan bakar mesin tidak dapat menghasilkan tenaga.

2.2 Motor Bensin

Beberapa hal yang mempengaruhi unjuk kerja motor bensin, antara lain besarnya perbandingan kompresi, campuran bahan bakar dengan udara, angka oktan bensin sebagai bahan bakar, tekanan udara masuk ruang bakar. Semakin besar perbandingan udara mesin akan semakin efisien, akan tetapi semakin besar perbandingan kompresi akan menimbulkan *knocking* pada mesin yang berpotensi menurunkan daya mesin, bahkan bisa menimbulkan kerusakan serius pada komponen mesin.

2.3 Proses Pembakaran

Motor bakar 4 langkah adalah mesin pembakaran dalam, yang dalam satu kali siklus pembakaran akan mengalami empat langkah piston. Prinsip kerja motor bakar 4 langkah sebagai berikut.



Gambar 1. Siklus motor 4 langkah

1. Langkah 1 : Pengisapan (pemasukan)
   Langkah pengisapan pada prinsip kerja mesin empat langkah. Torak bergerak dari TMA ke TMB, katup masuk terbuka dan katup buang tertutup. Waktu torak bergerak ke bawah, menyebabkan ruang silinder terjadi tekanan terlalu rendah, campuran bahan bakar dan udara dari karburator terisap masuk ke dalam silinder melalui katup masuk dan mengisi ruang silinder.
2. Langkah 2 : Kompresi (pemampatan)
   Langkah kompresi. Torak bergerak dari TMB ke TMA, kedua katup dalam posisi tertutup. Campuran bahan bakar dan udara dimampatkan sehingga temperatur dan tekanannya meningkat. Sesaat sebelum torak mencapai sekitar delapan derajat sebelum TMA, busi memercikan bunga api dan membakar campuran bahan bakar dan udara.
3. Langkah 3 : Usaha (kerja, ekspansi)
   Langkah usaha. Gas sisa hasil pembakaran mendorong torak bergerak dari TMA ke TMB. Usaha ini yang menjadi tenaga mesin. Tenaga yang dihasilkan kemudian diteruskan ke poros engkol oleh batang torak. Sebagian tenaga disimpan pada roda gila (*flywheel).* Roda gila menyimpan energi dalam bentuk energi tersimpan dan digunakan untuk langkah berikutnya seperti langkah buang, langkah isap, dan langkah kompresi.
4. Langkah 4 : Pembuangan (*exhaust)*
   Langkah buang. Torak bergerak dari TMB ke TMA. Katup masuk dalam keadaan tertutup dan katup buang sudah mulai membuka. Gas sisa hasil pembakaran keluar melalui katup buang karena tekanan udara luar lebih kecil dari pada tekanan dalam silinder.

2.4 Pertalite

Pertalite adalah bahan bakar gasoline terlaris selain premium karena harganya yang terjangkau, pertalite yang memiliki angka oktan yang lebih tinggi (RON 90) dari bahan bakar premium (RON 88). Angka oktan yang lebih tinggi pada pertalite ini menandakan kualitas bahan bakar yang ramah lingkungan karena pembakaran yang sempurna dan efisien.

2.5 Minyak Kayu Putih

Minyak kayu putih dapat dijadikan bioaditif karena memiliki karakteristik menyerupai bahan bakar minyak, seperti mudah menguap, berat jenisnya rendah, dan tersusun dari senyawa-senyawa organik hidrokarbon spesifik. Minyak kayu putih umumnya larut dalam pelarut organik seperti alkohol, eter, petroleum, benzene, dan tidak larut dalam air. Komponen oksigen yang terkandung dalam struktur kimia minyak kayu putih diharapkan dapat menyempurnakan sistem pembakaran. Minyak kayu putih diisolasi dari daun dan ranting pohon kayu putih (*Melaleuca leucacendra*). Minyak kayu putih adalah minyak berwarna kekuningan atau kehijauan jernih, khas, berbau harum, dan berasa sedikit pahit. Secara kimiawi kandungan didalam ekstrak *Melaleucaleucacendra* adalah 50-65% sienol ($C_{10}H_{18}O$) dan juga bentuk alkohol dari terpienol ($C_{10}H_{17}OH$), beberapa jenis terpen, valerat dan benzoat alderhid.

2.6 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar dalam penelitian ini adalah laju konsumsi bahan bakar yang diperoleh dengan menganalisis waktu yang dibutuhkan untuk mengkonsumsi bahan bakar setiap volume tertentu dalam satuan detik.

$$Sfc = \frac{m_f}{P_B} \quad (1)$$

Dimana *Sfc* menyatakan konsumsi bahan bakar spesifik (kg/Hp.jam); m_f menyatakan laju aliran massa bahan bakar (kg/jam); P_B menyatakan daya yang dihasilkan (Hp)

2.7 Akselerasi

Akselerasi atau percepatan pada kendaraan merupakan kemampuan kendaraan untuk mengubah kecepatan persatuan waktu. Jadi akselerasi kendaraan sangat bergantung pada waktu yang di butuhkan untuk mencapai kecepatan tertentu.

$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (2)$$

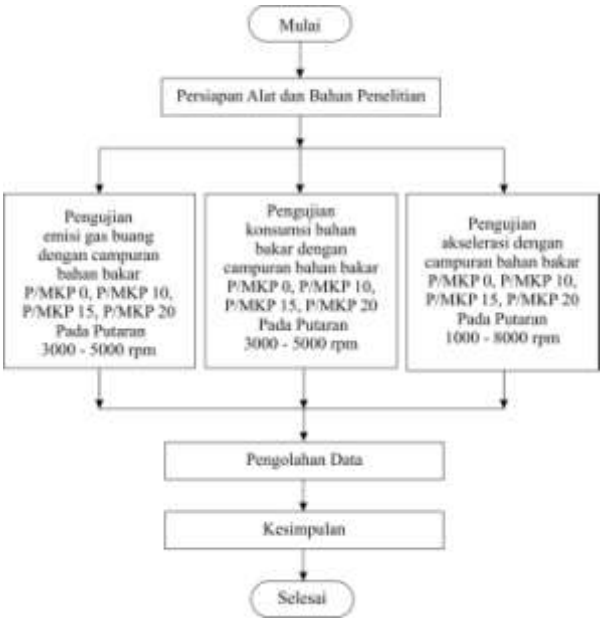
Di mana *a* menyatakan percepatan rata rata; *v* menyatakan kecepatan akhir; v_0 meyatakan kecepatan awal; t menyatakan waktu untuk mencapai kecepatan akhir.

2.8 Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah sisa pembakaran bahan bakar didalam mesin pembakaran dalam dan mesin pembakaran luar, yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Gas sisa pembakaran yang dihasilkan meliputi CO, HC, CO_2, O_2. Konsentrasi CO adalah perbandingan volume dari karbonmonoksida (CO) yang terkandung dalam gas buang. Ada juga konsentrasi HC yaitu perbandingan volume dari hidrokarbon (HC) dipersamakan dengan normal hexane (C_6 H_{14}) dalam gas buang dan dinyatakan dalam ppm (*part permillion*).

3. Metodologi

Pada penelitian ini dilakukan pengujian campuran bahan bakar pertalite dan bahan bioaditif minyak kayu putih dengan variasi perbandingan pertalite dan minyak kayu putih yaitu 90%/10% (PMKP 10), 85%/15% (PMKP 15) dan 80%/20% (PMKP 20). Sebagai acuan juga dilakukan pengujian terhadap bahan bakar pertalite saja (PMKP 0). Pengujian menggunakan sepeda motor Honda Supra Fit tahun 2006.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Langkah–langkah penelitian seperti pada diagram alir Gambar 2. Persiapan alat dan bahan meliputi pembuatan campuran bahan bakar pertalite dan minyak kayu putih, penyiapan sepeda motor, *gas analyzer*, *tachometer*, *stopwatch*, *buret* dan gelas ukur, yang digunakan untuk pengujian emisi gas buang, konsumsi bahan bakar dan akselerasi. Untuk pengujian akselerasi dilakukan dengan mengukur kecepatan putaran awal dan akhir mesin dan mencatat waktu yang dibutuhkan untuk mencapai putaran akhir yang telah ditentukan. Kemudian akselerasi dihitung berdasarkan rumus (2).

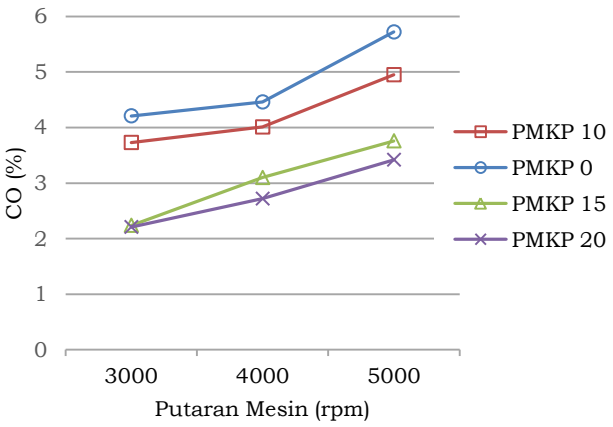
4. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengukuran emisi gas buang disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Emisi Gas Buang

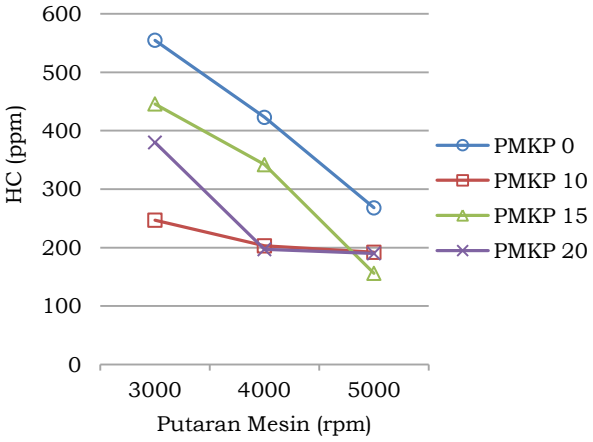
Pertalite/ Myk Ky Pth	Putaran mesin	3000 (rpm)		4000 (rpm)		5000 (rpm)	
		CO (%)	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)	CO (%)	HC (ppm)
PMKP 0	1	4,23	534	4,37	277	5,68	273
	2	4,21	527	4,47	275	5,68	209
	3	4,21	605	4,56	252	5,80	204
	Rerata	4,22	555	4,46	268	5,72	228
PMKP 10	1	3,64	263	3,99	235	4,76	222
	2	3,76	244	4,08	190	5,02	190
	3	3,80	234	3,98	186	5,08	165
	Rerata	3,37	247	4,01	203	4,95	165
PMKP 15	1	2,04	480	3,49	251	3,53	177
	2	2,24	422	3,49	423	3,73	139
	3	2,24	437	3,12	354	4,03	154
	Rerata	2,24	446	3,10	342	3,76	156
PMKP 20	1	1,61	383	2,41	183	3,25	147
	2	2,48	399	2,77	219	3,45	180
	3	2,55	359	2,99	189	3,56	244
	Rerata	2,21	380	2,72	197	3,42	190

Rata-rata emisi gas buang CO dan HC masing-masing campuran pertalite dan minyak kayu putih ditampilkan pada grafik gambar 3 dan gambar 4 berikut ini. Emisi gas buang CO tertinggi dalam penelitian ini, setelah dilakukan 3 kali pengujian menggunakan variasi campuran bahan bakar pertalite dengan minyak kayu putih adalah pada 5000 rpm dengan menghasilkan nilai rata-rata 5,72% dengan bahan bakar pertalite murni, untuk nilai rata rata kadar CO terendah adalah 2,21% pada rpm 3000 dengan menggunakan bahan bakar PMKP 20.



Gambar 3. Grafik emisi gas buang CO

Dapat kita lihat dalam grafik gambar 3 tersebut, terlihat bahwa masing masing campuran bahan bakar grafik akan mengalami kenaikan nilai disetiap rpm. Variasi untuk campuran pertalite dengan minyak kayu putih PMKP 20 memiliki nilai-nilai yang paling rendah dalam menghasilkan CO disebabkan dari pembakaran yang sempurna.



Gambar 4. Grafik emisi gas buang HC

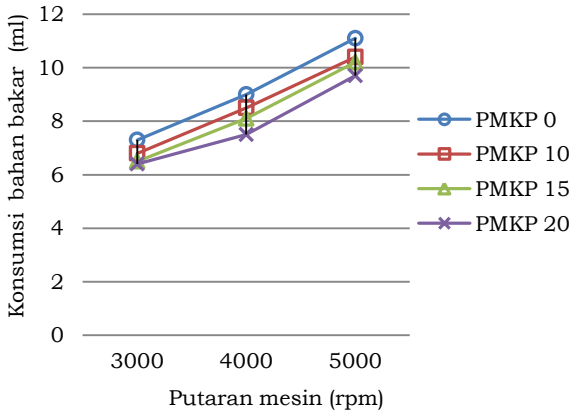
Emisi gas buang buang HC tertinggi dalam penelitian ini, setelah dilakukan 3 kali pengujian menggunakan campuran bahan bakar pertalite dengan minyak kayu putih adalah pada 3000 rpm dengan menghasilkan nilai rata-rata HC tertinggi yaitu 555 ppm dengan bahan bakar pertalite murni, untuk nilai rata-rata kadar HC terendah adalah 156 ppm pada 5000 rpm dengan menggunakan bahan bakar PMKP 15. Dapat kita lihat dalam grafik gambar 4, terlihat bahwa masing masing campuran bahan bakar grafik akan mengalami penurunan nilai disetiap kenaikan rpm. Variasi untuk pertalite dengan campuran minyak kayu putih PMKP 15 akan memberikan nilai-nilai paling rendah dalam menghasilkan HC desebabkan dari pembakaran yang sempurna.

Untuk hasil pengujian konsumsi bahan bakar campuran pertalite dengan minyak kayu putih disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengukuran konsumsi bahan bakar

Pertalite / Myk Ky Pth	Putaran mesin	3000 rpm	4000 rpm	5000 rpm
PMKP 0	1	7,1	9,2	11,3
	2	7,4	9,0	11,1
	3	7,3	9,0	11,1
	Rerata	7,3	9,0	11,1
PMKP 10	1	6,7	8,5	10,5
	2	6,9	8,4	10,3
	3	7,0	8,7	10,6
	Rerata	6,8	8,5	10,4
PMKP 15	1	6,4	8,0	10,0
	2	6,7	8,2	10,3
	3	6,5	8,3	10,4
	Rerata	6,5	8,1	10,2
PMKP 20	1	6,4	7,5	9,7
	2	6,5	7,8	9,9
	3	6,3	7,4	9,6
	Rerata	6,4	7,5	9,7

Rata-rata konsumsi bahan bakar masing-masing bahan bakar campuran pertalite dan minyak kayu putih ditampilkan pada grafik gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Grafik konsumsi bahan bakar

Konsumsi bahan bakar tertinggi dalam penelitian ini, setelah dilakukan 3 kali pengujian menggunakan campuran bahan bakar pertalite dengan minyak kayu putih adalah pada 5000 rpm dengan menghasilkan nilai rata-rata konsumsi bahan bakar tertinggi yaitu 11,1 ml/menit

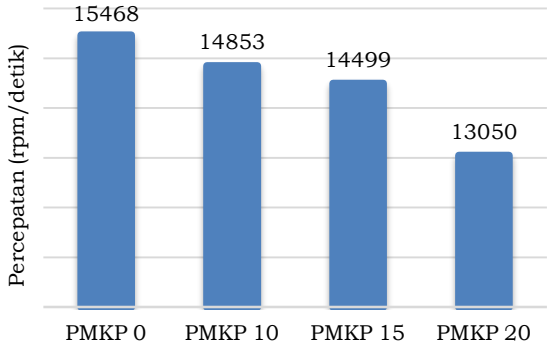
dengan bahan bakar pertalite murni, untuk nilai rata-rata konsumsi bahan bakar terendah adalah 6,4 ml/menit pada 3000 rpm dengan menggunakan bahan bakar PMKP 20. Dapat kita lihat dalam grafik 4,3, terlihat bahwa masing-masing campuran bahan bakar grafik akan mengalami peningkatan nilai disetiap kenaikan rpm. Variasi untuk campuran pertalite dengan minyak kayu putih PMKP 20 akan memberikan nilai-nilai irit dalam konsumsi bahan bakar disebabkan dari pembakaran yang sempurna.

Hasil pengujian akselerasi disajikan pada tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Hasil pengujian akselerasi

Pertalite/ Minyak Kayu Putih		Putaran awal (rpm)	Putaran akhir (rpm)	Waktu (detik)	Akselerasi (rpm/detik)
PMKP 0	1	1000	8000	0,43	16279
	2			0,52	13461
	3			0,42	16666
	Rerata				15468
PMKP 10	1	1000	8000	0,43	16279
	2			0,45	15555
	3			0,55	12727
	Rerata				14853
PMKP 15	1	1000	8000	0,46	15217
	2			0,55	12727
	3			0,45	15555
	Rerata				14499
PMKP 20	1	1000	8000	0,48	14583
	2			0,56	12500
	3			0,58	12068
	Rerata				13050

Rata-rata nilai akselerasi masing-masing campuran bahan bakar pertalite dan minyak kayu putih (PMKP) ditampilkan pada grafik gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Grafik akselerasi rata-rata masing-masing campuran bahan bakar pertalite dan minyak kayu putih

Dari grafik gambar 6 akselerasi tertinggi dicapai oleh bahan bakar pertalite murni (PMKP 0). Akselerasi mesin menurun pada penggunaan bahan bakar campuran pertalite dan minyak kayu putih dibandingkan dengan menggunakan pertalite murni. Dengan bertambahnya bahan aditif yang digunakan dalam bahan bakar, akselerasi semakin menurun, seperti terlihat pada grafik gambar 6. Akselerasi mesin turun berturut-turut 3,98% pada penggunaan minyak kayu putih 10% (PMKP 10), 6,26% pada penggunaan minyak kayu putih 15% (PMKP 15) dan 15,63% pada penggunaan minyak kayu putih 20% (PMKP 20).

5. Simpulan

1. Untuk penelitian bahan bakar pertalite dengan minyak kayu putih emisi gas buang CO tertinggi menggunakan variasi campuran bahan bakar adalah pada 5000 rpm menghasilkan rata-rata CO yaitu 5,72% dengan bahan bakar pertalite murni, untuk nilai-nilai kadar CO terendah adalah 2,21% dengan menggunakan bahan bakar PMKP 20.
2. Emisi gas buang HC tertinggi dalam penelitian ini menggunakan variasi campuran bahan bakar adalah pada 5000 rpm dan menghasilkan nilai rata-rata HC yaitu 555 ppm dengan bahan bakar pertalite murni, untuk nilai rata-rata terendah adalah 156 ppm pada 3000 rpm dengan menggunakan bahan bakar PMKP 15.
3. Konsumsi bahan bakar tertinggi menggunakan campuran bahan bakar pertalite dengan minyak kayu adalah pada 5000 rpm menghasilkan nilai rata-rata konsumsi bahan bakar tertinggi yaitu 11,1 ml/menit dengan bahan bakar pertalite murni, untuk nilai rata-rata konsumsi bahan bakar terendah adalah 6,4 ml/menit pada 3000 rpm dengan menggunakan bahan bakar PMKP 20.
4. Akselerasi menggunakan variasi campuran bahan bakar pertalite dan minyak kayu putih pada putaran mesin 1000 rpm – 8000 rpm dengan hitungan percepatan yang telah di rata-rata dengan pertalite murni menghasilkan nilai paling tinggi 15468 rpm/detik dan P/MKP 20 menghasilkan percepatan terendah 13050 rpm/detik.

Daftar Pustaka

Alfian, D. G. C., Prahmana, R. A., Silitonga, D. J., Muhyi, A., Supriyadi, D. 2020. Uji Performa Mesin Bensin Menggunakan Bioaditif Cengkeh

Dengan Bensin Berkadar Oktan 90. Teknik Mesin, Institut Teknologi Sumatra, Lampung Selatan.

Silaban, M. (2012) 'Pengaruh Penambahan Bio-Aditif Pada Premium Terhadap Kinerja Motor Bakar', *Jurnal Ilmiah Teknologi Energi.* Vol 1, No. 14.

Sulistyo, B. 2015. Pemanfaatan Terpentin Untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor. Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta.

Utomo, R. A. 2020. Pengaruh Penambahan Bioaditif Minyak Kayu Putih Pada Bahan Bahan Bakar Pertalite Terhadap Performa, Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Honda CS1 150 PGM-FI. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.