

Studi Eksperimental Pengaruh Pencampuran Bahan Bakar dengan Minyak Sereh Wangi Terhadap Kinerja Mesin Sepeda Motor

Reza Aziz Prasetyo¹, M. Abdulkadir², Aris Warsita³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta
Jalan Babarsari, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281

*Corresponding author: abdulkadir@itny.ac.id

Abstract

This study aims to analyze the performance and exhaust emissions by using a mixture of pentalite fuel and citronella oil on a 4stroke motorcycle engine. The research method used is the experimental method. Then analyze the data from the experimental results by comparing pure fuel with a mixture of citronella oil fuel. The implementation of this research uses pure pentalite fuel and a mixture of fuel with citronella oil with a mixture variation of 2%; 4%; 6%; 8%. The results of the research that has been done, it can be concluded that Citronella Wangi is able to increase Maximum Power Performance with a mixture of 2%, 4% and 6% citronella oil by 0.7 HP with an increase of 8.33% and Maximum Torque Motorcycle produced by pentalite 98 % and citronella oil 8% with an increase of 5.36 Nm with a torque increase of 29.52%. Then, the content of exhaust emissions from the use of citronella mixed fuel is also environmentally friendly and the park value is the limit that is still allowed. On specific fuel consumption, it was found that citronella oil concentration of 6% had the best results, namely 0.012 cm³/Joule.

Keywords: Performance, Gas Emissions, Pentalite, Citronella Oil, Consumption.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja dan emisi gas buang dengan penggunaan campuran bahan bakar pentalite dan minyak sereh wangi pada mesin sepeda motor 4 langkah. Metode penelitian yang digunakan adalah metode Eksperimen. Kemudian menganalisis data dari hasil eksperimen dengan membandingkan bahan bakar murni dengan campuran bahan bakar minyak sereh wangi. Pelaksanaan penelitian ini menggunakan bahan bakar pentalite murni dan campuran bahan bakar dengan minyak sereh wangi dengan variasi campuran 2%; 4%; 6%; 8%. Hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa Sereh Wangi mampu meningkatkan Performa Daya Maksimum dengan campuran minyak sereh wangi 2%, 4% dan 6% sebesar 0,7 HP dengan kenaikan 8,33% dan Torsi Maksimum Sepeda Motor dihasilkan oleh pentalite 98% dan minyak sereh wangi 8% dengan peningkatan 5,36 Nm dengan kenaikan torsi 29,52%. Kemudian, kandungan Emisi Gas Buang dari penggunaan bahan bakar campuran Sereh Wangi juga ramah lingkungan dan nilai ambang batas yang masih diperbolehkan. Pada konsumsi bahan bakar spesifik didapatkan bahwa konsentrasi minyak sereh wangi 6% memiliki hasil paling baik yaitu sebesar 0,012 cm³/Joule.

Kata kunci: Kinerja, Emisi Gas, Pentalite, Minyak Sereh Wangi, Konsumsi.

PENDAHULUAN

Pembangunan nasional yang berkelanjutan pada suatu Negara sangat bergantung pada kebutuhan energi, khususnya kebutuhan akan bahan bakar minyak yang masih sangat tinggi. Ketika terjadi pergerakan harga minyak dunia yang cukup signifikan, maka dapat berdampak pada perekonomian baik di dalam sektor transportasi maupun sektor industri. Hal tersebut memiliki dampak terhadap meningkatnya penggunaan bahan bakar minyak dan peningkatan polusi yang berasal dari gas buang kendaraan. Polusi berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia, hal itu dapat dihilangkan dengan menekan polutan sampai ke titik yang tidak membahayakan lingkungan (Ellyanie, 2011). Masyarakat selama ini mengukur tingkat polusi sebuah kendaraan hanya mengandalkan kemampuan indra penglihatan dan perasa.

Kendaraan sepeda motor memiliki peran sangat tinggi dalam penghasil emisi gas CO dan CO₂ (Seedam, 2017). Asap hitam yang mengepul sudah cukup untuk menunjukkan bahwa kendaraan tersebut melebihi standar emisi gas buang, sementara perhitungan kadar emisi CO (carbon monoxide), emisi HC (hydrocarbon) atau emisi CO₂ (carbon dioxide) dari sebuah kendaraan harus memenuhi kriteria standar tertentu. Di Indonesia, kenaikan konsumsi terjadi pada bahan bakar non subsidi salah satunya adalah pertalite yang merupakan produk terbaru Pertamina yang mengalami peningkatan konsumsi sebesar 43% hingga tahun 2017. Meningkatnya konsumsi bahan bakar minyak jenis Pertalite dan Pertamax menunjukkan bahwa konsumen sangat memperhatikan kualitas dan performa bahan bakar untuk kendaraannya. Pertalite merupakan bahan bakar minyak (BBM) jenis baru yang diproduksi Pertamina, jika dibandingkan dengan premium, pertalite memiliki kualitas bahan bakar lebih baik sebab memiliki kadar Research Octan Number (RON) 90.

Pada saat ini sudah mulai banyak dikembangkan bahan bakar alternatif dengan tujuan sebagai pengganti ataupun bahkan pencampur bahan bakar. Bahan bakar pencampur tersebut harus bisa digunakan untuk mengurangi penggunaan minyak bumi serta kualitas emisi yang dihasilkan harus bisa lebih baik (Arijanto dan Haryadi, 2006:19). Alternatif untuk menaikkan angka oktan bahan bakar Pertalite sehingga dapat memenuhi standar EURO yaitu dengan mereformulasi bahan bakar menggunakan bioaditif. Adanya bioaditif yang mengandung oksigen pada bahan bakar berperan untuk meningkatkan bilangan oktan (octane number), sehingga proses pembakaran di mesin terjadi secara optimal dan emisi gas buang.

Bahan bakar alternatif mampu untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, selain itu juga dapat berpengaruh terhadap emisi gas buang yang dihasilkan menjadi lebih baik. Salah satu tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai bioaditif bahan bakar adalah sereh wangi yang mengandung minyak atsiri, karena mempunyai kandungan senyawa yang mengandung atom oksigen, sehingga dapat menaikkan angka oktan. Di Indonesia, banyak tumbuhan yang mengandung minyak atsiri tumbuh subur sehingga Indonesia menjadi produsen utama beberapa minyak esensial, salah satunya adalah minyak sereh wangi (Lemongrass Oil) (Kadarohman, 2009).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis tertarik untuk menguji coba penambahan minyak sereh wangi dengan pertalite, dengan asumsi terjadinya peningkatan terhadap torsi dan daya mesin sepeda motor, serta adanya penghematan bahan bakar yang digunakan dengan judul: “Studi Eksperimental Pengaruh Pencampuran Bahan Bakar Dengan Minyak Sereh Wangi Terhadap Kinerja Mesin Sepeda Motor”.

METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini, perlakuan yang dimaksud yaitu penggunaan bahan bakar pertalite murni, campuran bahan bakar pertalite dan minyak sereh wangi dengan variasi 2%; 4%; 6%; 8% kemudian akan di uji dengan alat Dynotest dan Ultra Gas Analyzer.

Alat penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Motor Bensin 4 Langkah 1 Silinder
- *Dynotest.*
- Gelas Ukur.
- *Ultra Gas Analyzer.*
- *Stopwach.*
- *Tachometer*

Tabel 1. Spesifikasi mesin motor Merk BeaT POP 2015

Nama	Keterangan
Mesin	4-langkah, SOHC dengan pendinginan udara, eSP
Kelas	110
Volume Langkah	108,2 cm ³
Diameter X Langkah	50 x 55,1 mm
Perbandingan Kompresi	9,5 : 1
Daya Maksimum	6.38 kW (8.68 PS) / 7.500 rpm
Torsi Maksimum	9,01 Nm (0,92 kgf.m) / 6.500 rpm
Kapasitas Minyak Pelumas Mesin	0,7 liter pada penggantian periodik
Tipe Kopling	Otomatis, sentrifugal, tipe kering
Tipe Transmsi	Otomatis, V-Matic
Pola Pengoperan Gigi	–
Tipe Starter	ACG Starter, pedal & elekterik
Kelistrikan	
Tipe Battery	Battery 12V-3Ah, tipe MF
Busi	NGK MR9C-9N / Denso V27EPR-N9
Pengapian	Full Transisterized, Baterai

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Peralite.
- Minyak Sereh wangi
- Campuran Peralite dan Minyak Sereh wangi 2%; 4%; 6%; 8%.

Metode Analisis Data

Metode Analisis data untuk mengetahui pengaruh pencampuran bahan bakar pertalite dengan minyak sereh wangi terhadap kinerja, emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar, yaitu dengan cara melakukan pengujian pada motor Honda BeAt POP 110 cc dengan menggunakan pertalite murni dan pertalite dengan campuran minyak sereh wangi 2%, 4%, 6%, 8%. Untuk tipe kendaraan matik memiliki rpm idle 1600 rpm sampai 1800 rpm. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan variasi rpm yang di mulai dari 2000 rpm sampai 7000 rpm dengan variasi pengambilan data di setiap perpindahan 500 rpm.

Berikut penjabaran singkat langkah-langkah pengujiannya, yaitu:

- Menggunakan dynotes untuk mengetahui torsi dan daya dalam penelitian.
- Menggunakan ultra gass analyzer untuk menguji emisi gas buang.

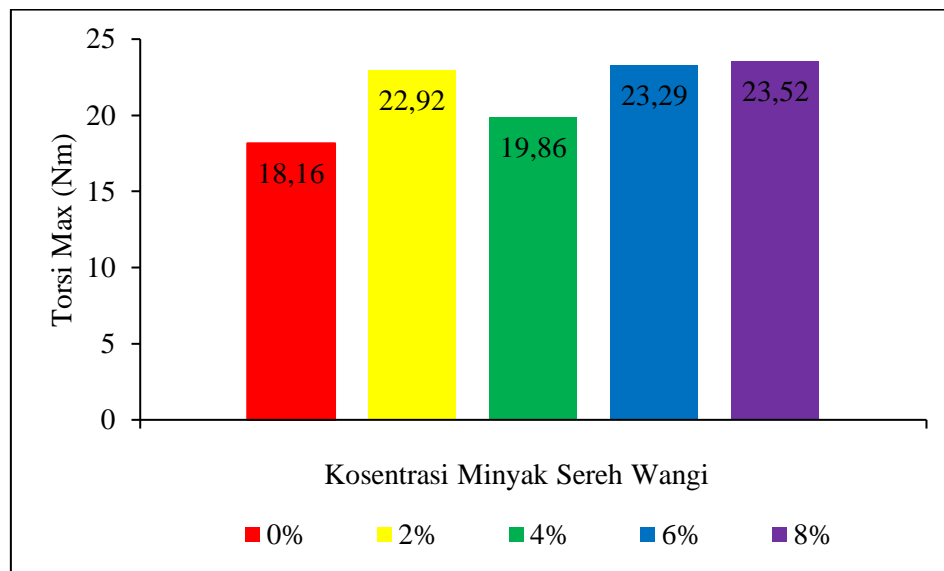
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hasil Pengujian Torsi

Torsi atau momen puntir adalah suatu ukuran kemampuan motor untuk menghasilkan kerja (Wiratmaja, 2010:98). Hasil pengujian torsi dengan menggunakan pertalite murni dan campuran pertalite dengan etanol sebesar 2%; 4%; 6%; dan 8% ditampilkan dalam tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Torsi (N.m)

Kosentrasi Minyak Sereh Wangi	RPM										
	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000
SW 0%	18,16	17,48	17,29	16,89	15,06	12,28	11,07	10,06	8,61	7,83	7,24
SW 2%	22,57	22,92	21,87	17,31	14,41	12,98	11,46	10,30	9,26	7,85	7,14
SW 4%	19,86	19,52	19,31	18,78	14,82	12,93	11,72	10,51	9,72	8,27	7,46
SW 6%	23,29	22,86	21,94	17,50	14,74	13,27	11,98	10,72	9,72	8,41	7,71
SW 8%	23,52	23,41	21,56	16,79	14,84	13,31	12,00	10,64	9,74	8,31	7,62



Gambar 1. Diagram perbandingan Torsi Maksium

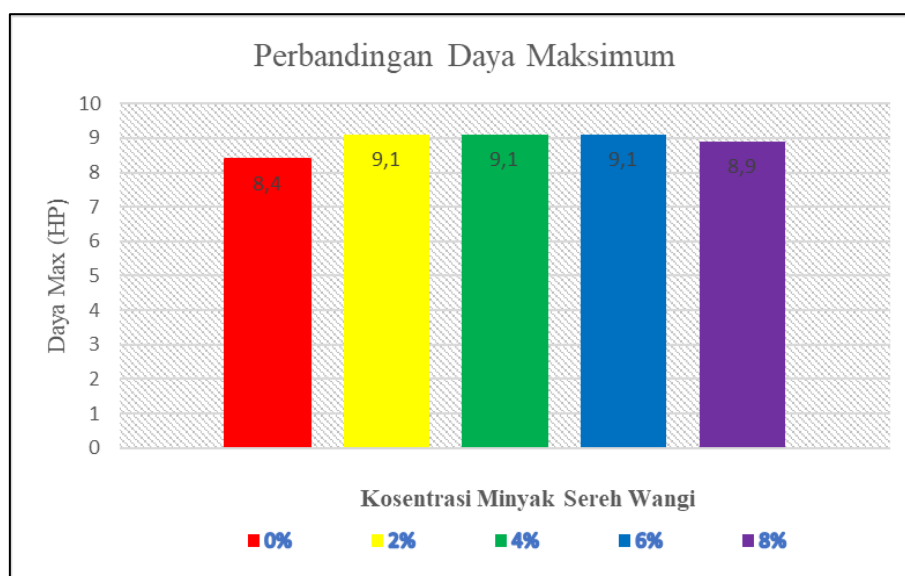
Berdasarkan keterangan diatas, performa torsi maksimum menggunakan bahan bakar pertalite menghasilkan 18,16 Nm. Kemudian torsi maksimum menggunakan campuran pertalite 98% dan minyak sereh wangi 2% menghasilkan 22,92 Nm dengan kenaikan 26,21%, pada campuran pertalite 96% dan minyak sereh wangi 4% menghasilkan 19,86 Nm dengan kenaikan 9,36%, pada campuran pertalite 94% dan minyak sereh wangi 6% menghasilkan 23,29 Nm dengan kenaikan 28,25%, pada campuran pertalite 92% dan minyak sereh wangi 8% menghasilkan 23,52 Nm dengan kenaikan 29,52%. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut peningkatan yang optimal dihasilkan oleh pertalite 98% dan minyak sereh wangi 8% sebesar 23,52 Nm dengan kenaikan 29,52%. Namun Secara keseluruhan penggunaan campuran serai wangi ini mampu memperbaiki torsi maksimum sepeda motor dengan baik.

Hasil Analisis Daya

Daya adalah jumlah energi yang dihasilkan setiap waktu. Performa mesin erat hubungannya dengan daya mesin yang dihasilkan dari mesin tersebut. Berikut adalah hasil dari pengukuran daya.

Tabel 3. Hasil Pengujian Daya

Kosentrasi Minyak Sereh Wangi	RPM										
	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000
SW 0%	5,0	6,0	7,2	8,3	8,4	7,7	7,8	7,8	7,3	7,2	7,2
SW 2%	6,2	7,8	9,1	8,5	8,1	8,2	8,0	8,0	7,8	7,2	7,1
SW 4%	5,4	6,7	8,1	9,1	8,3	8,1	8,3	8,1	8,2	7,6	7,4
SW 6%	6,3	7,9	9,1	8,5	8,3	8,4	8,4	8,3	8,2	7,7	7,6
SW 8%	6,4	7,9	8,9	8,2	8,3	8,4	8,4	8,3	8,3	7,6	7,5

**Gambar 2. Diagram Perbandingan Daya Maksimum**

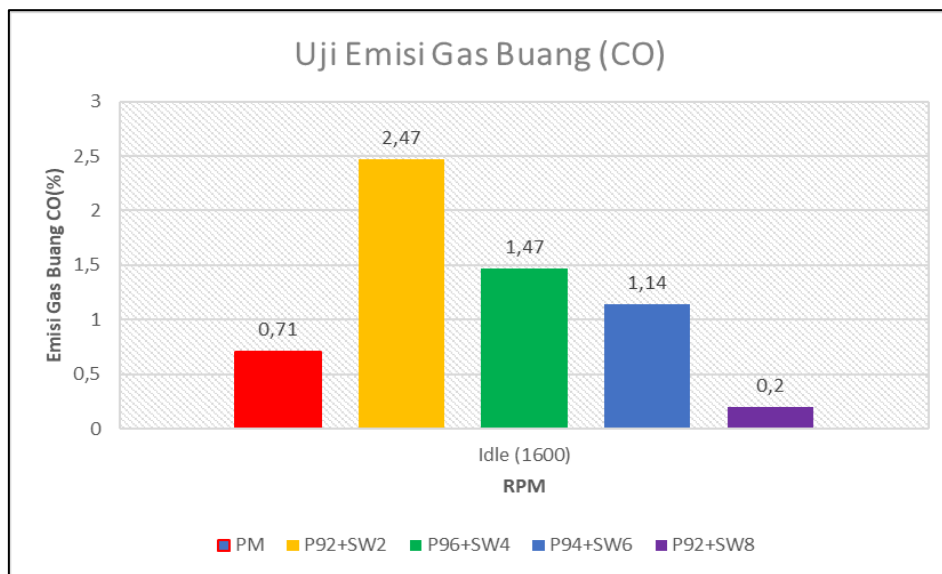
Berdasarkan keterangan diatas, performa daya maksimum menggunakan bahan bakar pertalite menghasilkan 8,4 HP. Kemudian daya maksimum menggunakan campuran pertalite 98% dan minyak sereh wangi 2% menghasilkan 9,1 HP dengan kenaikan 8,33%, pada campuran pertalite 96% dan minyak sereh wangi 4% menghasilkan 9,1 HP dengan kenaikan 8,33%, pada campuran pertalite 94% dan minyak sereh wangi 6% menghasilkan 9,1 HP meningkat 8,33%, pada campuran pertalite 92% dan minyak sereh wangi 8% menghasilkan 8,9 HP terjadi kenaikan 5,95%. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut peningkatan yang optimal dihasilkan oleh pertalite dengan campuran minyak sereh wangi 2%, 4% dan 6% sebesar 9,1 HP dengan kenaikan daya 8,33%. Namun Secara keseluruhan penggunaan campuran minyak serai wangi ini mampu memperbaiki daya maksimum sepeda motor dengan baik.

Hasil Analisa Emisi Gas

Pembahasan untuk hasil pengujian emisi gas buang dari penggunaan bahan bakar pertalite dengan bahan bakar campuran pertalite dengan minyak sereh wangi, ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang (CO)

Kosentrasi Minyak Sereh Wangi	Parameter	Metode Uji
	CO (%)	
SW 0%	0,71	Idle
SW 2%	2,47	Idle
SW 4%	1,47	Idle
SW 6%	1,14	Idle
SW 8%	0,2	Idle

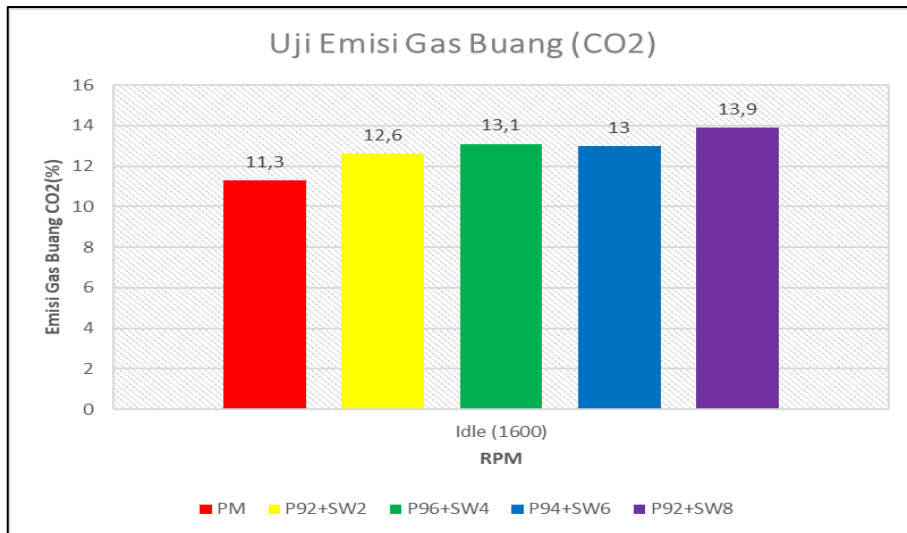


Gambar 3. Diagram Emisi Gas Buang (CO) dengan Putaran Mesin

Hasil pengukuran yang sudah dilakukan bahwa kandungan CO yang dihasilkan bahan bakar pertalite sebesar 0,71%. Penggunaan bioaditif serai wangi menghasilkan CO yang paling tinggi dihasilkan pada campuran pertalite 98% dan serai wangi 2% yaitu 2,47% dan yang paling rendah dihasilkan pada campuran pertalite 92% dan serai wangi 8% yaitu 0,2%.

Tabel 4. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang (CO₂)

Kosentrasi Minyak Sereh Wangi	Parameter	Metode Uji
	CO ₂ (%)	
SW 0%	11,3	Idle
SW 2%	12,6	Idle
SW 4%	13,1	Idle
SW 6%	13	Idle
SW 8%	13,9	Idle

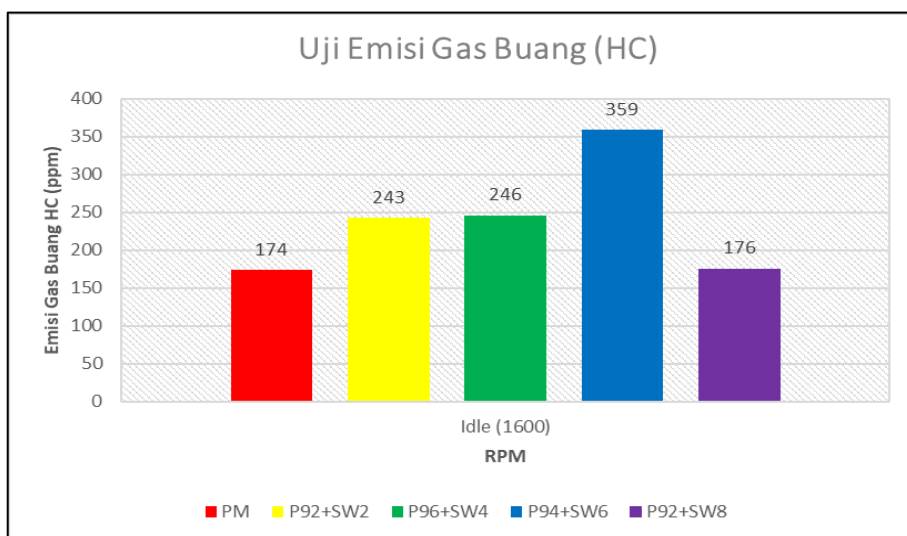


Gambar 4. Diagram Emisi Gas Buang (CO2) Dengan Putaran Mesin

Kondisi operasional mesin normal emisi gas buang CO2 yang dihasilkan idealnya diantara 12- 15%. Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan terdapat temuan nilai unsur CO2 yang dihasilkan bahan bakar pertalite dan bioaditif serai wangi adalah 11,3% pada pertalite murni atau dibawah 12%. Sedangkan pada campuran bahan bakar minyak serih wangi 2%, 4%, 6%, 8% unsur CO2 yang dihasilkan adalah 12,6% - 13,9% Maka diagnosa yang terjadi pada sepeda motor dalam penelitian ini pada pertalite murni mengalami campuran bahan bakar dan udara yang tidak sesuai (terlalu kaya) / Kondisi Rich, dan pada campuran bahan bakar minyak serih wangi 2%, 4%, 6%, 8% mengalami campuran bahan bakar dan udara yang ideal.

Tabel 5. Hasil Pengujian Emisi Gas Buang (HC)

Kosentrasi Minyak Serih Wangi	Parameter	Metode Uji
	HC (ppm)	
SW 0%	174	Idle
SW 2%	243	Idle
SW 4%	246	Idle
SW 6%	359	Idle



Gambar 5. Diagram Emisi Gas Buang (HC) dengan Putaran Mesin

Hasil pengukuran yang sudah dilakukan bahwa kandungan HC yang dihasilkan bahan bakar pertalite sebesar 174 ppm. Penggunaan bioaditif serai wangi menghasilkan HC yang paling tinggi dihasilkan pada campuran pertalite 94% dan serai wangi 6% yaitu 359 ppm dan yang paling rendah dihasilkan pada campuran pertalite 92% dan serai wangi 8% yaitu 176 ppm.

Hasil Konsumsi Bahan Bakar

Hasil Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar yang didapatkan dari data tabel 1 dan tabel 2 dihitung menggunakan rumus dan dengan langkah perhitungan sebagai berikut:

$$Q_f = \frac{\Delta h_g A_g}{t}$$

$$\Delta h_g = 0,5 \text{ cm (dengan isi volume} = \pi r^2 t = 9,8 \text{ cm}^3)$$

$$A_g = \pi r^2$$

$$= 3,14 \cdot 2,5^2$$

$$= 19,625 \text{ cm}^2$$

$$Q_f = \frac{0,5 \times 19,625}{t} \text{ (hasil ada di tabel 7 Konsumsi Bahan Bakar)}$$

$$\text{SFC: } \frac{Q_f}{P} \text{ (ambil contoh pada rpm 3000 pada PM atau Pertalite Murni)}$$

$$\text{SFC} = \frac{0,15}{7,2} = 0,021 \text{ cm}^3/\text{Joule. (Salah satu contoh diambil di rpm 3000 pertalite murni di tabel 8 SFC)}$$

Tabel 6. Waktu Berkurangnya Bahan Bakar Berdasarkan 0,5 cm

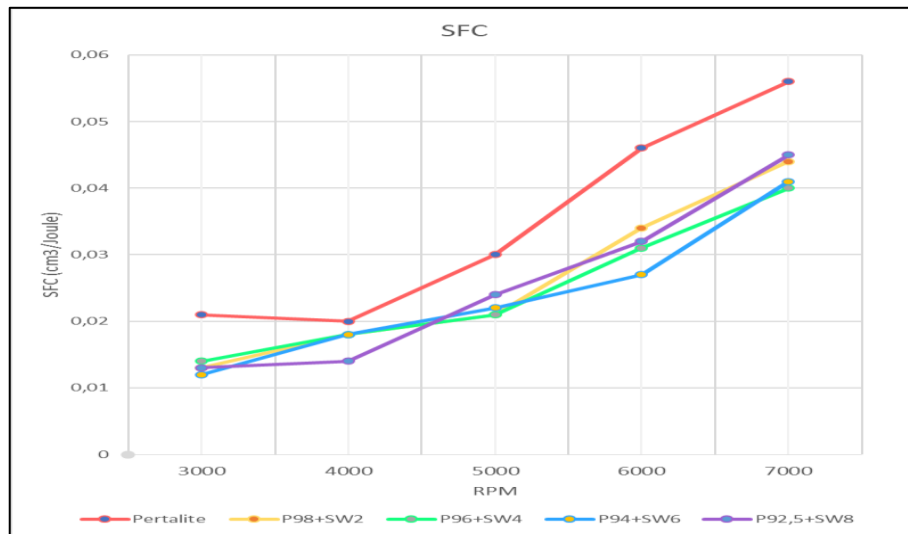
Kosentrasi Minyak Serai Wangi	RPM				
	3000	4000	5000	6000	7000
0% (detik)	63	57	41	29	24
2% (detik)	81	66	58	36	31
4% (detik)	83	63	55	38	32
6% (detik)	86	64	52	43	31
8% (detik)	84	79	48	36	29

Tabel 7. Konsumsi Bahan Bakar Terhadap Putaran Mesin

Kosentrasi Minyak Serai Wangi	RPM				
	3000	4000	5000	6000	7000
0% (cm ³)	0,15	0,17	0,23	0,33	0,40
2% (cm ³)	0,12	0,14	0,16	0,27	0,31
4% (cm ³)	0,11	0,15	0,17	0,25	0,30
6% (cm ³)	0,11	0,15	0,18	0,22	0,31
8% (cm ³)	0,11	0,12	0,20	0,27	0,33

Tabel 8. SFC Terhadap Putaran Mesin

Kosentrasi Minyak Serai Wangi	RPM				
	3000	4000	5000	6000	7000
0% (cm ³ /Joule)	0,021	0,020	0,030	0,046	0,056
2% (cm ³ /Joule)	0,013	0,018	0,021	0,034	0,044
4% (cm ³ /Joule)	0,014	0,018	0,021	0,031	0,040
6% (cm ³ /Joule)	0,012	0,018	0,022	0,027	0,041
8% (cm ³ /Joule)	0,013	0,014	0,024	0,032	0,045



Gambar 6. Grafik SFC Terhadap Putaran Mesin

Pada data tabel dan penjabaran yang di peroleh terkait dengan konsumsi bahan bakar yang paling irit dapat dilihat dari paling lama waktu untuk bahan bakar tersebut habis dengan kapasitas yang sudah di tentukan yaitu dengan ukuran diameter 5 cm dan tinggi tabung 0,5 cm. Berdasarkan data tersebut maka dapat dilihat bahwa campuran pertalite 94% dan minyak sereh wangi 6% dengan rpm 3000 memiliki waktu lebih lama untuk berkurangnya bahan bakar yang digunakan yaitu dalam waktu 86 detik dengan SFC yaitu 0,012 cm³/Joule.

Analisis Ekonomis

Harga Bahan Bakar minyak (BBM) di SPBU Pertamina Propinsi Jawa Tengah pada januari 2023 untuk Peralite Rp 10.000 dan untuk Pertamina Rp 13.900 dan untuk harga Minyak Sereh 135.000/liter.

Harga Minyak Sereh Wangi (1 Liter) = Rp 135.000

Harga Peralite (1 Liter) = Rp 10.000

Harga Pertamina (1 Liter) = Rp 13.900

➤ Maka Harga Peralite dengan campuran minyak sereh wangi 2% =

$$\frac{Rp\ 135.000}{100} \times 2 + Rp\ 10.000 = Rp\ 12.700$$

▪ Selisih harga Pertamina dan harga Peralite dengan campuran minyak sereh wangi 2% =
 Rp13.900 – Rp12.700 = Rp 1.200 (Lebih Murah)

➤ Maka Harga Peralite dengan campuran minyak sereh wangi 4% =

$$\frac{Rp\ 135.000}{100} \times 4 + Rp\ 10.000 = Rp\ 15.400$$

▪ Selisih harga Pertamina dan harga Peralite dengan campuran minyak sereh wangi 4% =
 Rp13.900 – Rp15.400 = -Rp 1.500 (Lebih Mahal)

➤ Maka Harga Peralite dengan campuran minyak sereh wangi 6% =

$$\frac{Rp\ 135.000}{100} \times 6 + Rp\ 10.000 = Rp\ 18.100$$

▪ Selisih harga Pertamina dan harga Peralite dengan campuran minyak sereh wangi 4% =
 Rp13.900 – Rp18.100 = -Rp 4.200 (Lebih Mahal)

- Maka Harga Pertalite dengan campuran minyak serah wangi 8% =

$$\frac{Rp\ 135.000}{100} \times 8 + Rp\ 10.000 = Rp\ 20.800$$

- Selisih harga Pertamina dan harga Pertalite dengan campuran minyak serah wangi 4% = Rp13.900 – Rp20.800 = -Rp 6.900 (Lebih Mahal)

Berdasarkan analisis diatas harga bahan bakar pertalite dengan campuran minyak serah wangi 2% lebih ekonomis, sedangkan harga bahan bakar pertalit dengan camputan minyak serah wangi 4%, 6%, 8% lebih mahal di dibandingkan harga pertamax

KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan tersebut diatas maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa Sereh Wangi mampu meningkatkan Performa Daya Maksimum dengan campuran minyak serah wangi 2%, 4% dan 6% sebesar 0,7 HP dengan kenaikan 8,33% dan Torsi Maksimum Sepeda Motor dihasilkan oleh pertalite 98% dan minyak serah wangi 8% dengan peningkatan 5,36 Nm dengan kenaikan torsi 29,52%. Kemudian, kandungan Emisi Gas Buang dari penggunaan bahan bakar campuran Sereh Wangi juga ramah lingkungan dan nilai ambang batas yang masih diperbolehkan.
2. Pada konsumsi bahan bakar spesifik didapatkan bahwa konsentrasi minyak serah wangi 6% memiliki hasil paling baik yaitu sebesar 0,012 cm³/Joule.

UCAPAN TERIMAKASIH

Pada Kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak M. Abdulkadir selaku pembimbing satu, kepada bapak Aris Warsita selaku pembimbing dua yang telah memberi dukungan serta motivasi terhadap penelitian ini.

REFERENSI

- Arijanto dan G. D. Haryadi. (2006). Pengujian Campuran Bahan Bakar Premium-Methanol pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkah Pengaruh terhadap Emisi Gas Buang. ROTASI. Vol. 8. No. 2. Hal. 19-27.
- Ellyanie. (2011). Pengaruh Penggunaan Three-Way Catalytic Converter terhadap Emisi Gas Buang pada Kendaraan Toyota Kijang Innova. Prosiding Seminar Nasional Avoer, Hal. 437-445 ISBN: 979-587-39-4.
- Kadarohman, A. 2009, Isomerisasi, Hidrogenasi Eugenol, Dan Sintesis Turunan Kariofilena, Disertasi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta., 2010.
- Seedam, Atthapol. 2017. Motorcycle On-Road Driving Parameters Influencing Fuel Consumption and Emissions on Congested Signalized Urban Corridor. Journal of Advanced Transportation. Vol 1. Hal. 1-6.
- Singgih Hartanto, A. M. (2019). Pemanfaatan Bioaditif Serai Wangi-Etanol Pada Kendaraan. JURNAL TEKNIK MESIN – ITI Vol. 3, No. 2, Oktober 2019, 35-40.
- Sytorus, P. A. (n.d.). Analisis Pengaruh Bio Additive Pada Bahan Bakar Terhadap Unjuk Kerja Mesin 4 Langkah. Access From (repository.uma.ac.id)17/12/21.
- Wangi, S. (2014). Minyak Serai Wangi Dan Produk Turunannya. Retrieved From <https://arunarrum.com/wp-content/uploads/2020/07/Share-naskah1562653977.pdf>
- Wiratmaja, I Gede. 2010. “Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian