

# Analisis Uji Prestasi Motor Diesel Putaran Stasioner dengan Penambahan Bioaditif Minyak Cengkeh dan Minyak Kayu Putih pada Bahan Bakar Dexlite

Tohirin <sup>1)</sup> ✉, Tris Sugiarto <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Jurusan Teknik Mesin,  
Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo  
Purwokerto  
Jl. Semangir No. 1 Purwokerto  
[tohirinndz@gmail.com](mailto:tohirinndz@gmail.com)

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Mesin,  
Sekolah Tinggi Teknik Wiworotomo  
Purwokerto  
Jl. Semangir No. 1 Purwokerto  
[trismesinsttw@gmail.com](mailto:trismesinsttw@gmail.com)

## Abstract

*This study examines the effect of adding bio-additives, namely clove oil and eucalyptus oil, to Dexlite fuel on diesel engine performance at a stationary speed using an experimental method. Various fuel blend compositions were tested to observe their influence on engine performance and exhaust emissions. The results indicate that the addition of these bio-additives significantly enhances engine efficiency and performance while reducing emissions, particularly in the C2 blend (MC 0.75%; EO 10%; D 89.25%) which produced the highest maximum power of 1.555 kW with an average power of 0.914 kW and maximum torque of 5.50 Nm, and the C3 blend (MC 1%; EO 15%; D 84%) which resulted in the lowest average emissions at 40.08%. The study concludes that using clove and eucalyptus oils as bio-additives presents an environmentally friendly alternative to improve diesel engine performance and reduce pollution.*

**Keywords:** Diesel Engine, Bioadditive, Engine Performance.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi mesin diesel saat ini semakin menuntut penggunaan bahan bakar yang tidak hanya efisien tetapi juga ramah lingkungan. Salah satu upaya yang banyak dikembangkan adalah penambahan bioaditif alami ke dalam bahan bakar diesel untuk meningkatkan performa mesin sekaligus mengurangi emisi gas buang berbahaya. Bioaditif berbasis minyak atsiri dari tanaman seperti minyak cengkeh dan minyak kayu putih menjadi pilihan menarik karena kandungan senyawa aktifnya yang dapat memperbaiki proses pembakaran. Permasalahan yang saat ini dihadapi yaitu: kecenderungan penggunaan bahan bakar fosil [1], kesadaran terhadap regulasi emisi rendah [2], kualitas bahan bakar [3]. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan prestasi kerja motor diesel dan pengurangan kadar asap gas buang adalah meningkatkan *cetane number* bahan bakar dengan penambahan *Bioaditif*. Dengan adanya peningkatan angka cetane ini akan membantu memperbaiki proses penyalan, dan meningkatkan efisiensi termalnya yang berpengaruh untuk meningkatkan prestasi motor. Siklus diesel adalah siklus termodinamika yang menggambarkan proses kerja motor pembakaran dalam tipe diesel. Motor diesel bekerja dengan prinsip kompresi tinggi udara di dalam silinder sehingga suhu udara naik sangat tinggi, kemudian bahan bakar disemprotkan ke udara panas tersebut sehingga terjadi pembakaran spontan tanpa perlu busi. Pembakaran pada mesin diesel terjadi secara spontan ketika bahan bakar yang disemprotkan ke dalam silinder menyala dengan sendirinya akibat suhu udara kompresi yang sangat tinggi di dalam ruang bakar. Angka cetane menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk menyala sendiri pada tekanan dan temperatur tertentu di dalam ruang bakar. Skala untuk angka cetane biasanya menggunakan referensi berupa campuran antara normal cetane (C16H34) dengan *alpha methyl naphtalene* (C10H7CH3). Normal cetane memiliki angka cetane 100 sedangkan *alpha methyl naphtalene* memiliki angka cetane 0. Apabila minyak diesel mempunyai komposisi 52% normal cetane dan 48% *alpha methyl naphtalene*, maka minyak diesel tersebut mempunyai angka cetan 52. Angka cetane suatu bahan bakar biasanya didefinisikan sebagai presentase volume dari normal cetane dengan

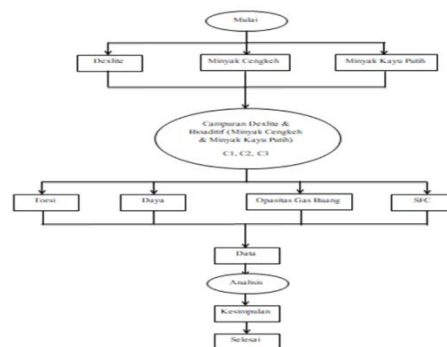
campurannya tersebut. Angka cetane yang tinggi menunjukkan bahwa bahan bakar dapat menyala pada temperatur yang relatif rendah, dan sebaliknya angka cetane rendah menunjukkan bahan bakar baru dapat menyala pada temperatur yang relatif tinggi.

Penggunaan minyak cengkeh sebagai bioaditif dapat meningkatkan daya motor hingga 5-7% dibandingkan bahan bakar diesel murni. Selain itu, konsumsi bahan bakar juga mengalami penurunan yang cukup signifikan, serta menunjukkan efisiensi pembakaran yang lebih baik. Penelitian ini juga menyoroti bahwa bioaditif minyak cengkeh dapat membantu mengurangi emisi gas buang. Minyak kayu putih, yang mengandung eukaliptol sebagai komponen utama juga menunjukkan efek positif terhadap performa motor diesel. Eukaliptol memiliki sifat pelarut dan oksidatif yang dapat meningkatkan homogenitas campuran bahan bakar dan udara, sehingga memperbaiki proses pembakaran. I.M. Hadi dkk, 2021 [4]

Penggunaan minyak kayu putih ke dalam diesel dengan berbagai rasio volume. Campuran ini diuji pada motor diesel satu silinder dengan putaran stasioner. Pengujian dilakukan pada berbagai beban motor untuk mendapatkan gambaran pengaruh campuran bahan bakar terhadap performa dan emisi. Terbukti adanya peningkatan daya dan torsi motor, terutama pada campuran 10%. Penelitian ini juga mampu menurunkan konsumsi bahan bakar spesifik serta mengurangi emisi gas berbahaya seperti karbon monoksida dan hidrokarbon, dan juga menurunkan partikel asap yang berkontribusi pada polusi udara. Robert Madalin Chivu dkk, 2024 [5]

## 2. METODE DAN BAHAN

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah kuantitatif dengan pendekatan eksperimen. Pengujian ini dilakukan menggunakan motor diesel kapasitas 376 cc dengan pengukuran performa motor diesel pada variasi presentase campuran bahan bakar dengan penambahan *bioaditif* untuk memperoleh data. Untuk memperoleh data daya digunakan alat *power analyzer* dan untuk memperoleh data emisi digunakan alat *smoke tester*. Data daya kemudian diolah untuk mendapatkan data torsi dan konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*). Hasil-hasil perhitungan dari data yang diperoleh akan di olah kemudian di analisis. Gambar 1 memperlihatkan *flowchart* penelitian. Gambar 2 menampilkan *Bioaditif* yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1 Flowchart Penelitian



Gambar 2 Bioaditif Minyak Cengkeh

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan	-	
1.1	Warna	-	Kuning – coklat tua
1.2	Bau	-	Khas minyak cengkeh
2	Bobot Jenis 20 <sup>0</sup> C/20 <sup>0</sup> C	-	1,024 – 1,049
3	Indeks bias ( <sup>n</sup> D <sub>20</sub> )	-	1,528 – 1,535
4	Kelarutan dalam etanol 70%	-	1: 2 Jernih
5	Eugeno Total	%, v/v	Minimum 78
6	Beta caryophyllene	%	Maksimum 17

Gambar 3 Spesifikasi Minyak Cengkeh



Gambar 4 Bioaditif Minyak Kayu Putih

Minyak kayu putih (*Eucalyptus Oil*) diperoleh dari daun pohon kayu putih (*Eucalyptus globulus*) yang berkisar antara 60% hingga 85% (Sing & Kumar, 2019). Senyawa ini merupakan *monoterpana oksida* yang berfungsi sebagai pelarut dan memiliki sifat antiseptik. Selain itu, minyak kayu putih juga mengandung *alphapinene* dan *terpenoid*. Kandungan 1,8 *cineole* dapat meningkatkan angka cetane bahan bakar diesel, sehingga mempercepat waktu penyalaan dan meningkatkan efisiensi pembakaran. Penggunaan minyak kayu putih sebagai bioaditif dapat mengurangi emisi gas buang dan meningkatkan performa motor diesel.

### 3. HASIL DAN DISKUSI

Data yang diukur pada saat penelitian didapatkan hasil seperti pada tabel berikut:

Table 1 Tabulasi daya dextrite murni

No	Beban (W)	Daya (Kw)	Waktu (s)
20	2000	1,343	4,4
21	2100	1,393	4,2
22	2200	1,411	4,2
23	2300	1,436	3,59
24	2400	1,425	3,35
25	2500	1,397	3,09

Table 2 Tabulasi daya C1

No	Beban (W)	Daya (Kw)	Waktu (s)
20	2000	1,383	5,24
21	2100	1,418	5,04
22	2200	1,458	4,73
23	2300	1,462	4,63

No	Beban (W)	Daya (Kw)	Waktu (s)
24	2400	1,489	3,41
25	2500	1,46	3,23
26	2600	1,453	3,09

Table 3 Tabulasi daya C2

No	Beban (W)	Daya (Kw)	Waktu (s)
20	2000	1,391	5,11
21	2100	1,477	4,91
22	2200	1,532	4,6
23	2300	1,555	4,39
24	2400	1,548	4,33
25	2500	1,512	4,05

Table 4 Tabulasi daya C3

No	Beban (W)	Daya (Kw)	Waktu (s)
20	2000	1,351	4,98
21	2100	1,409	4,71
22	2200	1,424	4,66
23	2300	1,455	4,09
24	2400	1,474	3,67
25	2500	1,46	3,35
26	2600	1,412	3,02

Table 5 Tabulasi Opacity

NO	Beban (w)	OPACITY EMISION (%)			
		Murni	C1	C2	C3
20	2000	98,9	39,5	49,7	42,7
21	2100	92,5	37,9	46,4	42
22	2200	94,4	36,1	45,8	39,5
23	2300	94,7	45,5	45,5	47,6
24	2400	95,2	46,3	41,2	41,6
25	2500	95,6	43,8	54,6	47,3
26	2600		42,4		46,5

Sebelum melakukan perhitungan dan analisis yang dihasilkan berupa daya, torsi, *sfc* dan *opacity*, maka perlu diketahui perhitungan sebagai berikut:

a. Torsi

torsi merupakan gaya putar yang bekerja pada bagian yang berputar dan menjadi ukuran kemampuan mesin dalam melakukan kerja, dengan satuan Newton meter (Nm).

$$T = P \times 6000 \text{ (Kw)} / 2\pi \times n \quad (1)$$

Dimana :

T = Torsi (Nm)

P = Daya (watt)

$n$  = Putaran Mesin (rpm)

b. Konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*)

Konsumsi bahan bakar spesifik (*sfc*) didefinisikan sebagai perbandingan antara laju aliran bahan bakar yang masuk ke mesin dengan daya poros yang dihasilkan. Secara matematis, *sfc* dinyatakan dengan rumus berikut:

$$SFC = mf : P \quad (2)$$

Dimana:

SFC adalah konsumsi bahan bakar spesifik, dengan satuan gram per kilowatt-jam (gm/kWh). *Mf* merupakan laju aliran bahan bakar yang masuk ke mesin. *P* adalah daya poros mesin dalam satuan kilowatt (kW).

Untuk mencari laju aliran bahan bakar menggunakan rumus berikut:

$$mf = (b \cdot 3600) / (t \cdot 1000) \cdot \rho_{bb} \text{ (kg/h)} \quad (3)$$

Dimana:

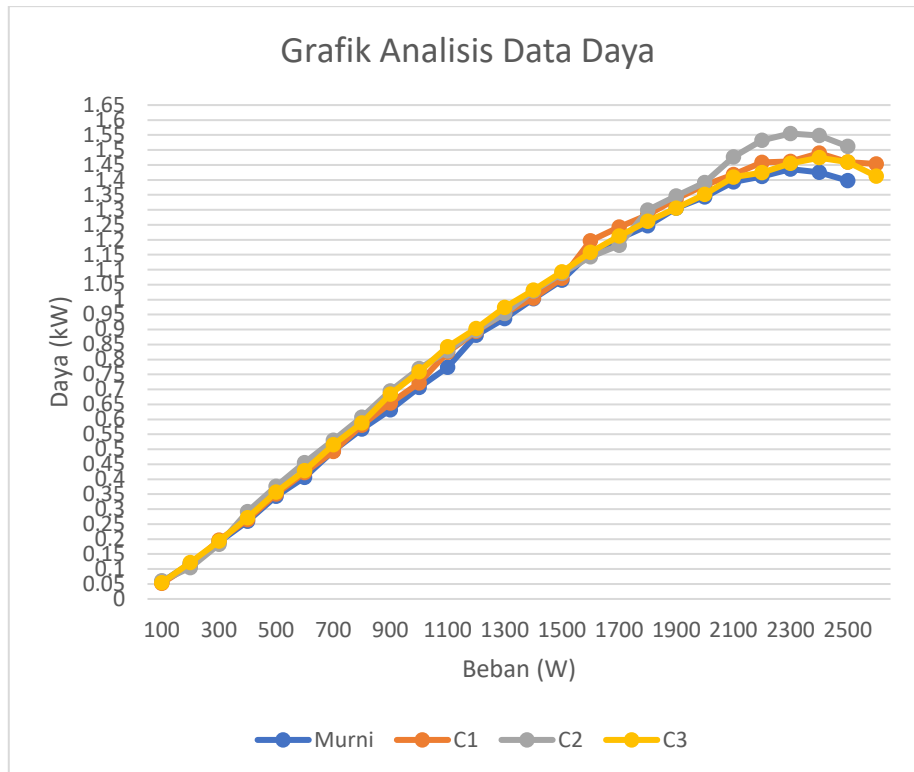
*b* = volume buret (ml)

*t* = waktu (s)

$\rho_{bb}$  = berat jenis bahan bakar

Table 6 Hasil dan Analisis daya

NO	BEBAN (W)	DAYA (kW)			
		Murni	C1	C2	C3
20	2000	1,343	1,383	1,391	1,351
21	2100	1,393	1,418	1,477	1,409
22	2200	1,411	1,458	1,532	1,424
23	2300	1,436	1,462	1,555	1,455
24	2400	1,425	1,489	1,548	1,474
25	2500	1,397	1,46	1,512	1,46
26	2600		1,453		1,412
Rata-rata		0,870	0,914	0,914	0,913

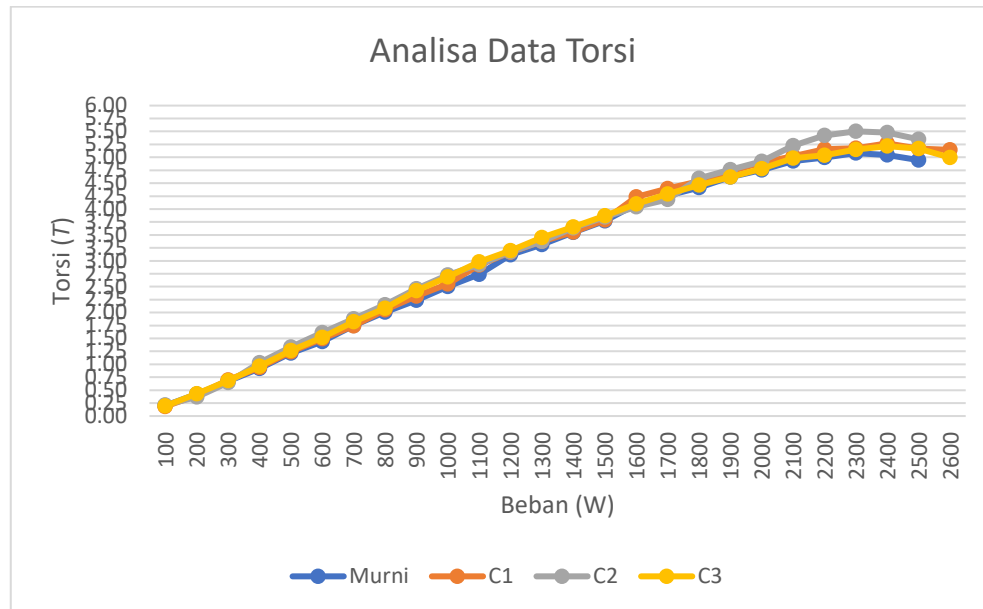


Berdasarkan teori thermodinamika untuk siklus diesel menunjukkan bahwa efisiensi thermal diesel dapat dinaikkan dengan seiring dinaikannya cetane number bahan bakar diesel. Makin tinggi nilai cetane bahan bakar diesel dapat membantu memperbaiki penyalan. Dengan kualitas bahan bakar yang baik sifat start-nya berarti maksimal yang dihasilkan oleh pembakaran akan menjadi lebih besar terutama pada daya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh I.M Hadi dkk, 2021 mengungkapkan bahwa penggunaan minyak cengkeh dapat meningkatkan daya motor hingga 5-7 % dibandingkan bahan bakar diesel murni. Selain itu, konsumsi bahan bakar juga mengalami penurunan yang cukup signifikan serta menunjukkan efisiensi pembakaran yang lebih baik. Penelitian ini juga menyoroti bahwa bioaditif minyak cengkeh dapat membantu mengurangi emisi gas buang. Kemudian menurut Ashok K. Patel dkk, 2023 menghasilkan peningkatan torsi dan daya motor hingga 4-6 % dengan penambahan minyak kayu putih sebagai bioaditif. Selain itu mampu meningkatkan stabilitas motor pada beban tinggi. Maka mendasar pada teori aplikasi dan penelitian terdahulu pada penggunaan bioaditif minyak cengkeh dan minyak kayu putih menggunakan perbandingan dextlite murni dengan prosentase campuran C1 sampai dengan C3 selalu mengalami kenaikan, dimulai dari 4,8% untuk C1, 4,8% untuk C2 dan 4,7% untuk C3. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi nilai cetane semakin baik sifat start-nya, maka menyebabkan proses pembakaran terjadi pada temperatur yang relatif rendah ini sangat berpengaruh terhadap efisien kerja motor terutama pada daya. Peningkatan beban meningkatkan tekanan dan suhu kerja, sehingga meningkatkan output daya.

Table 7 Hasil dan Analisis Torsi

NO	BEBAN	TORSI (Nm)			
		Murni	C1	C2	C3
20	2000	4,75	4,89	4,92	4,78
21	2100	4,93	5,02	5,23	4,99
22	2200	4,99	5,16	5,42	5,04
23	2300	5,08	5,17	5,50	5,15
24	2400	5,04	5,27	5,48	5,22

NO	BEBAN	TORSI (Nm)			
		Murni	C1	C2	C3
25	2500	4,94	5,17	5,35	5,17
26	2600		5,14		5,00
Rata-rata		3,08	3,24	3,23	3,23

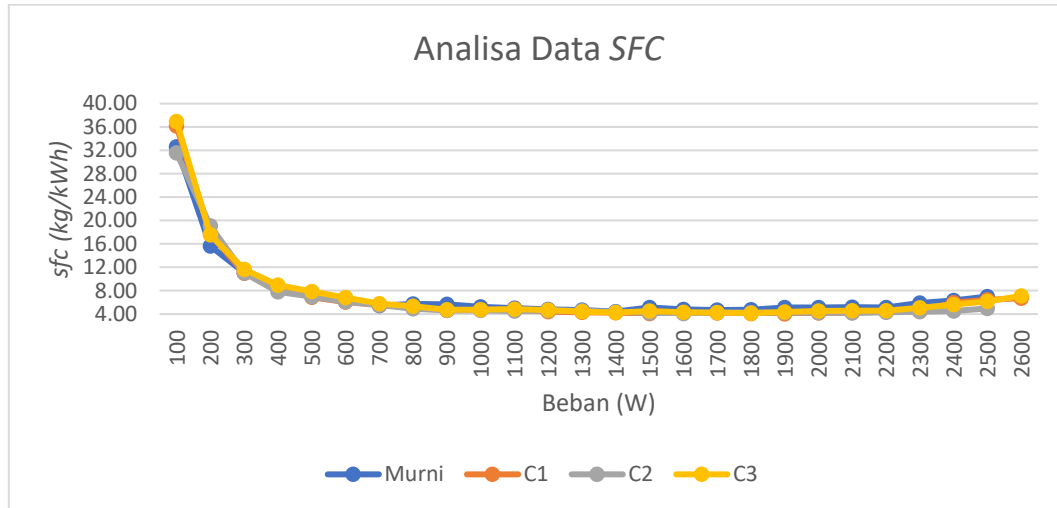


Berdasarkan teori thermodynamika untuk siklus diesel menunjukkan bahwa efisiensi thermal diesel dapat dinaikkan dengan seiring dinaikannya cetane number bahan bakar diesel. Dengan kualitas bahan bakar yang baik sifat start-nya berarti maksimal yang dihasilkan oleh pembakaran akan menjadi lebih besar terutama pada torsi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh I.M Hadi dkk, 2021 mengungkapkan bahwa penggunaan minyak cengkeh dapat meningkatkan daya motor hingga 5-7 % dibandingkan bahan bakar diesel murni. Selain itu, konsumsi bahan bakar juga mengalami penurunan yang cukup signifikan serta menunjukkan efisiensi pembakaran yang lebih baik. Penelitian ini juga menyoroti bahwa bioaditif minyak cengkeh dapat membantu mengurangi emisi gas buang. Kemudian menurut Ashok K. Patel dkk, 2023 menghasilkan peningkatan torsi dan daya motor hingga 4-6 % dengan penambahan minyak kayu putih sebagai bioaditif. Selain itu mampu meningkatkan stabilitas motor pada beban tinggi. Maka mendasar pada teori aplikasi dan penelitian terdahulu pada penggunaan bioaditif minyak cengkeh dan minyak kayu putih menggunakan perbandingan dexlite murni dengan prosentase campuran C1 sampai dengan C3 selalu mengalami kenaikan, dimulai dari 4,9% untuk C1, 4,6% untuk C2 dan 4,6% untuk C3. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi nilai cetane semakin baik sifat start-nya, maka menyebabkan proses pembakaran terjadi pada temperatur yang relatif rendah ini sangat berpengaruh terhadap efisien kerja motor pada torsi. Peningkatan beban akan meningkatkan tekanan pembakaran dalam ruang bakar yang menghasilkan torsi lebih tinggi. Torsi yang lebih tinggi berarti output daya lebih besar, sejalan dengan peningkatan efisiensi termal di kondisi beban optimal.

Table 8 Hasil dan Analisis SFC

NO	BEBAN	SFC (kg/kWh)			
		Murni	C1	C2	C3
20	2000	5,12	4,17	4,25	4,49
21	2100	5,17	4,23	4,17	4,56

NO	BEBAN	SFC (kg/kWh)			
		Murni	C1	C2	C3
22	2200	5,10	4,38	4,29	4,56
23	2300	5,87	4,47	4,43	5,08
24	2400	6,33	5,96	4,51	5,59
25	2500	7,01	6,41	4,94	6,18
26	2600		6,74		7,09
Rata-rata		7,27	6,96	6,72	7,22



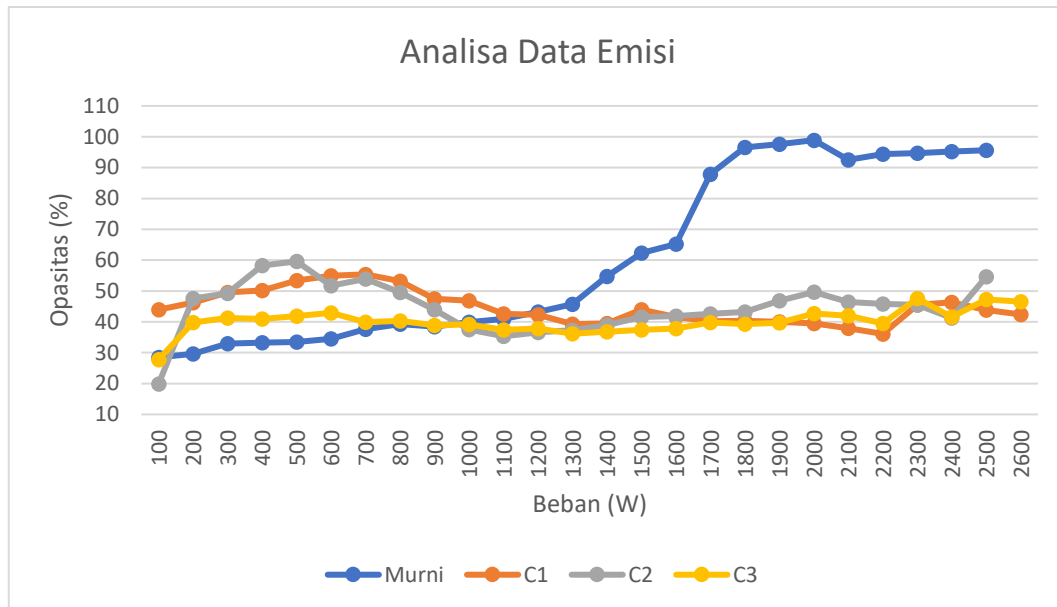
Berdasarkan teori thermodinamika untuk siklus diesel menunjukkan bahwa efisiensi thermal diesel dapat dinaikkan dengan seiring dinaikannya cetane number bahan bakar diesel. Jika efisiensi thermal meningkat maka konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) menurun. Menurut penelitian yang dilakukan oleh I.M Hadi dkk, 2021 mengungkapkan bahwa penggunaan minyak cengkeh dapat meningkatkan daya motor hingga 5-7 % dibandingkan bahan bakar diesel murni. Selain itu, konsumsi bahan bakar juga mengalami penurunan yang cukup signifikan serta menunjukkan efisiensi pembakaran yang lebih baik. Penelitian ini juga menyoroti bahwa bioaditif minyak cengkeh dapat membantu mengurangi emisi gas buang. Kemudian menurut Ashok K. Patel dkk, 2023 menghasilkan peningkatan torsi dan daya motor hingga 4-6 % dengan penambahan minyak kayu putih sebagai bioaditif. Selain itu mampu meningkatkan stabilitas motor pada beban tinggi. Mendasarkan pada teori aplikasi dan penelitian terdahulu pada penggunaan bioaditif minyak cengkeh dan minyak kayu putih menggunakan perbandingan dexlite murni dengan prosentase campuran C1 sampai dengan C3 selalu mengalami penurunan, dimulai dari 4,5% untuk C1, 8,2% untuk C2 dan 0,7% untuk C3. Hal ini disebabkan karena kandungan eugenol dan cineole pada bioaditif dapat meningkatkan angka cetane bahan bakar diesel, sehingga mempercepat waktu penyalaan dan meningkatkan efisiensi pembakaran. Dengan efisiensi thermal yang baik, motor membutuhkan bahan bakar yang lebih sedikit untuk kerja yang sama.

Table 9 Hasil dan Analisis Opacity

NO	BEBAN	OPACITY EMISION (%)			
		Murni	C1	C2	C3
20	2000	98,9	39,5	49,7	42,7
21	2100	92,5	37,9	46,4	42
22	2200	94,4	36,1	45,8	39,5
23	2300	94,7	45,5	45,5	47,6



NO	BEBAN	OPACITY EMISION (%)			
		Murni	C1	C2	C3
24	2400	95,2	46,3	41,2	41,6
25	2500	95,6	43,8	54,6	47,3
26	2600		42,4		46,5
Rata-rata		60,52	44,71	44,75	40,08



Berdasarkan teori termodinamika untuk siklus diesel menunjukkan bahwa efisiensi thermal diesel dapat dinaikkan dengan seiring dinaikannya cetane number bahan bakar diesel. Menurut penelitian yang dilakukan oleh I.M Hadi dkk, 2021 mengungkapkan bahwa penggunaan minyak cengkeh dapat meningkatkan daya motor hingga 5-7 % dibandingkan bahan bakar diesel murni. Selain itu, konsumsi bahan bakar juga mengalami penurunan yang cukup signifikan serta menunjukkan efisiensi pembakaran yang lebih baik. Penelitian ini juga menyoroti bahwa bioaditif minyak cengkeh dapat membantu mengurangi emisi gas buang. Kemudian menurut Ashok K. Patel dkk, 2023 menghasilkan peningkatan torsi dan daya motor hingga 4-6 % dengan penambahan minyak kayu putih sebagai bioaditif. Selain itu mampu meningkatkan stabilitas motor pada beban tinggi. Mendasarkan pada teori aplikasi dan penelitian terdahulu pada penggunaan bioaditif minyak cengkeh dan minyak kayu putih menggunakan perbandingan dexlite murni dengan prosentase campuran C1 sampai dengan C3 selalu mengalami penurunan, dimulai dari 35,3% untuk C1, 35,2% untuk C2 dan 51,0% untuk C3. Hal ini disebabkan karena efek katalik dan oksidatif dari minyak kayu putih dan minyak cengkeh, di mana senyawa aktifnya membantu meningkatkan proses pembakaran, memperbaiki atomisasi bahan bakar, dan mempercepat reaksi pembakaran sehingga memperkecil jumlah partikel asap yang terbentuk. Efisiensi pembakaran yang meningkat juga mengurangi timbulnya jelaga dan residu karbon, sehingga emisi asap lebih sedikit.

#### 4. KESIMPULAN

##### Kesimpulan

Campuran C2 dengan komposisi ( MC 0,75 % ; MKP 10 % ; D 89,25 % ) menghasilkan daya, torsi serta konsumsi bahan bakar spesifik (sfc) terbaik dibandingkan dengan campuran bahan bakar yang lain.

Campuran C3 dengan komposisi ( MC 1 % ; MKP 15 % ; D 84 % ) menghasilkan penurunan terbesar opasitas gas buang dibandingkan dengan campuran bahan bakar yang lain.

#### **Saran**

1. Pengembangan lebih lanjut dan pengujian berkelanjutan perlu dilakukan untuk optimasi presentase campuran minyak kayu putih dan minyak cengkeh guna mendapatkan keseimbangan terbaik antara performa dan emisi.
2. Perlu dilakukan penelitian tambahan mengenai kestabilan campuran bahan bakar ini dalam jangka waktu lama dan pengaruhnya terhadap komponen mesin.
3. Lakukan uji coba pada berbagai kondisi beban dan putaran mesin, termasuk beban tinggi dan variabel dinamis bukan hanya putaran stasioner.
4. Perlu memperdalam analisis emisi, tidak hanya mengukur tingkat opacity (partikulat).

### **PERNYATAAN TERIMA KASIH**

Melalui pernyataan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada pembimbing Tris Sugiarto, S.Pd., S.T., M.T. yang telah membantu penulis dalam merampungkan artikel pada Jurnal Rekayasa Mesin ini.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2006). Minyak atsiri cengkeh – Spesifikasi dan metode uji (SNI 06-2387-2006). Jakarta: BSN
- [2] Chivu, R. M., Martins, J., Popescu, F., Gonçalves, M., Uzuneanu, K., Frățița, M., & Brito, F. P. (2024). Assessment of Engine Performance and Emissions with Eucalyptus Oil and Diesel Blends. *Energies*, 17(14), 3528.
- [3] Hadi, I. M. (2021). Performance Characteristics of Clove Oil, Eugenol and Eugenyl Acetate as Bio-Additives in a Single Cylinder Diesel Engine. *Saudi J Eng Technol*, 6(8), 275-289.
- [4] Patel, A. K., Agrawal, B., & Rawal, B. R. (2023). Assessment of diesel engine performance and emission using biodiesel obtained from eucalyptus leaves. *Eur. J. Sustain. Dev. Res*, 7, 1-13.
- [5] Singh, J., & Kumar, V. (2019). Chemical composition and application of Eucalyptus oil: A review. *Journal of Essential Oil Research*, 31(5), 437-449.
- [6] Sugiarti, E. (2009). *Teknologi Pengendalian Emisi Gas Buang* (hal. tidak disebutkan). Penerbit Teknika.