

PENGARUH PENAMBAHAN BAKAN BAKAR MINYAK JARAK (*Jatropha Oil*) DAN BIOADITIF TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG PADA MESIN DIESEL

Walid Najibullah¹⁾ H. Abdul Wahab²⁾ Ena Marlina³⁾

Program Strata Satu Teknik Mesin Universitas Islam Malang ¹⁾

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang ^{2,3)}

Jl. MT Haryono 193 Malang 65145

E-mail: walidnajibullah93@gmail.com

ABSTRACT

Diesel engine is a kind of combustion where fuel is ignited by the high temperature gas is compressed. Comparison with the fuel-air mixture, the incoming air to be compressed in adiabatic so that the temperature becomes higher, then the air combined with sprayed oil slowly in a state of almost isobars. Biodiesel is an alternative fuel that can be used directly or blended with diesel fuel in diesel engines. The purpose of this research to study the characteristics of alternative fuel diesel engine (torque, power, specific fuel consumption, and exhaust emissions) on a standard diesel engine. The test is performed with experimental tests on diesel engines with biodiesel fuel 90% and the addition of castor oil 10%, while the percentage bioadditive as much as 0.5% and 9.5% castor oil on the stationary engine rev 200rpm. The results showed that the maximum value of 14.3 kg m torque, specific power of 28.6 kW at a constant 2000 rpm rotation and the needs of specific fuel 0.775 kg / kWh in a mixture of castor oil and biodiesel by 10% and 90%. While the lowest smoke gas opacity 23% on bioadditive mixture of clove oil on castor oil as much as 9.5% and 0.5%. Diesel engines with a constant rotation makes torque, effective power and specific fuel consumption is less than perfect, while the addition of castor oil and clove oil bioadditive of the fuel can lower the concentration of gas fumes in diesel engines.

Keywords: Diesel, Biodiesel, Jatropha Oil, Bioadditive (eucalyptus oil and clove oil)

Pendahuluan

Mesin diesel merupakan salah satu tipe penggerak mula yang cukup banyak digunakan pada sektor transportasi dan industri^[4]. Kendaraan dengan penggerak motor diesel menjadi salah satu pilihan yang banyak disukai di Indonesia mengingat kemampuan yang dimilikinya dan terutama harga bahan bakar solar yang lebih murah dibandingkan bensin^[1].

Masalah lain pada penggunaan motor bakar termasuk motor diesel sebagai sumber penggerak dalam berbagai aktivitas kerja manusia adalah naiknya harga minyak dunia seiring berkurangnya ketersediaan minyak bumi^[2]. Saat ini dunia mengalami krisis bahan bakar minyak, stok minyak mentah yang berasal dari fosil yang tidak dapat terbarukan cadangannya semakin menipis, oleh karena itu untuk mengatasi masalah tersebut dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak perlu diadakan diversifikasi energi dengan pengembangan energi alternatif terbarukan, salah satunya dengan cara memanfaatkan minyak yang berasal dari

tumbuhan dan biji-bijian untuk diolah menjadi bahan bakar nabati seperti biodiesel^[3].

Biodiesel merupakan suatu bahan bakar alternatif yang dapat digunakan secara langsung maupun dicampur dengan solar pada mesin diesel^[3]. Biodiesel diproduksi dari minyak nabati ataupun lemak hewani. Minyak nabati merupakan bahan baku yang sangat potensial sebagai sumber biodiesel karena keberadaannya dapat diperbaharui. Minyak nabati yang dapat digunakan untuk produksi biodiesel antara lain: minyak kemiri, minyak kacang, minyak kelapa, minyak bunga matahari, minyak zaitun, minyak kedelai dan minyak jarak^[6].

Minyak jarak adalah minyak nabati yang diperoleh dari biji tanaman jarak dengan cara pengepresan atau ekstraksi pelarut^[2]. Minyak jarak mempunyai sifat sangat beracun. Racun

tersebut terdapat dalam bentuk risin (suatu protein), risinin (suatu alkaloid) dan heat-stable allergen yang dikenal dengan CB-IA. Kandungan asam lemak esensialnya juga sangat rendah sehingga tidak dapat digunakan sebagai minyak makan dan bahan pangan. Kandungan asam lemak minyak jarak menggunakan kromatografi gas cair diperoleh asam risinoleat 87%, asam palmitat 2%, asam stearat 1%, asam oleat 7% dan asam linoleat 3%^[5].

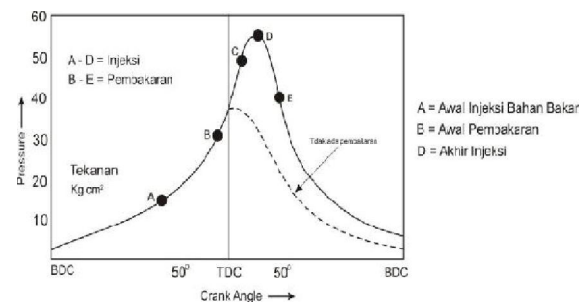
Minyak atsiri (*bioaditif*) dapat larut dalam minyak solar dan hasil analisis terhadap komponen penyusunnya banyak mengandung atom oksigen, yang diharapkan dapat meningkatkan pembakaran bahan bakar dalam mesin^[6]. Hal lain yang cukup penting dari struktur ruang senyawa penyusun minyak atsiri, ada yang dalam bentuk siklis dan rantai terbuka diharapkan dapat menurunkan kekuatan ikatan antar molekul penyusun solar sehingga proses pembakaran akan lebih efektif. Berbagai pembuatan bioaditif di antaranya: Minyak sereh, minyak terpenin, minyak pala, minyak gandapura, minyak cengkeh, dan minyak kayu putih.

Minyak kayu putih adalah minyak yang berwarna kekuningan atau kehijauan jernih, khas, berbau harum, dan berasa sedikit pahit. Secara kimiawi kandungan didalam ekstrak *Melaleuca Cajuputi* adalah 50–65 % sineol ($C_{10}H_{18}O$) dan juga bentuk alkohol dari terpineol ($C_{10}H_{17}OH$). cengkeh selain dijadikan bahan utama campuran dalam pembuatan rokok juga dapat dijadikan bahan bakar alternatif. Minyak cengkeh di Indonesia secara tradisional diproduksi melalui proses distilasi bunga, tangkai bunga, dan daun-daun pohon cengkeh *Eugenia aromatica*. Komponen yang paling dominan (70-90%) dan merupakan bahan aktif adalah fenol eugenol^[6].

Landasan Teori

Proses pembakaran adalah proses reaksi kimia antara bahan bakar hidrokarbon dan oksigen yang berakibat terjadi pelepasan energi yang terdapat pada bahan bakar^[1]. Pada proses

pembakaran ini tidak dapat terjadi secara langsung dan bersamaan, tetapi pembakaran terjadi secara bertahap dan membutuhkan waktu^[3]. Disamping itu penyemprotan bahan bakar pada motor diesel juga dilakukan secara bertahap dan memerlukan waktu, proses tersebut berlangsung antara 300–400. Pada saat kompresi dilakukan, maka tekanan dan temperatur udara naik sangat tinggi dan beberapa derajat sebelum TMA bahan bakar diinjeksikan. Bahan bakar segera menguap dan bercampur dengan udara yang bertemperatur tinggi. Oleh karena itu, bahan bakar akan terbakar dengan sendirinya.



Gambar 1.1 Proses pembakaran motor pada diesel

Bahan bakar yang diinjeksikan terlalu cepat atau terlalu lambat selamalahkah usaha menyebabkan terjadinya kerugian tenaga. Kerjamotor diesel yang halus pada tiap-tiap silinder tergantung pada lama waktu yang diperlukan untuk menginjeksikan bahan bakar. Kecepatan putar motor yang lebih tinggi harus dicapai dengan pemasukan bahan bakar yang lebih cepat pula. Bahan bakar harus sepenuhnya tercampur dengan udara untuk pembakaran sempurna. Dalam hal ini bahan bakar harus dikabutkan menjadi partikel-partikel yang halus^[3].

Ada beberapa unsur unjuk kerja pada motor penggerak mula yang dapat ditentukan, diantaranya adalah torsi, daya efektif, konsumsi bahan bakar spesifik (sfc), efektif konsumsi bahan bakar spesifik (esfc) dan kepekatan gas asap yang dihasilkan, yang dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

a. Daya efektif (Ne)

Daya efektif disebut juga daya poros yang dihasilkan secara bersih pada poros output motor. Daya poros efektif didefinisikan sebagai momen torsi dikalikan dengan kecepatan

putaran poros.

$$T = m \cdot g \cdot l \text{ (Nm)}$$

Dimana :

- T = momen Torsi (Nm)
g = gaya gravitasi bumi (m/s²)
m = massa (kg)
l = panjang lengan momen torsi (m)

Maka Ne, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Ne = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60000}$$

Dimana :

- Ne = daya poros efektif (kW)
n = putaran mesin (rpm)

- b. Konsumsi bahan bakar efektif / *effective specific fuel consumption* (ESFC)

SFC adalah pemakaian bahan bakar dalam satuan waktu dinyatakan dalam kg/h.

$$SFC = \frac{Vol_{bb}}{t} \times \rho_{bb} \times \frac{3600}{1000} \text{ (kg/h)}$$

Dapat disederhanakan menjadi :

$$SFC = \frac{Vol_{bb} \cdot \rho_{bb} \cdot 3,6}{t} \text{ (kg/h)}$$

Dimana :

- t = waktu pemakaian bahan bakar (s)
Vol_{bb} = volume bahan bakar (cm³)
ρ_{bb} = massa jenis bahan bakar (kg/l)

ESFC atau pemakaian bahan bakar efektif spesifik yang didefinisikan sebagai, banyaknya bahan bakar yang terpakai per jam nya untuk menghasilkan per kW daya motor. Maka ESFC dapat dirumuskan :

$$ESFC = \frac{SFC}{Ne} \text{ (kg/kW h)}$$

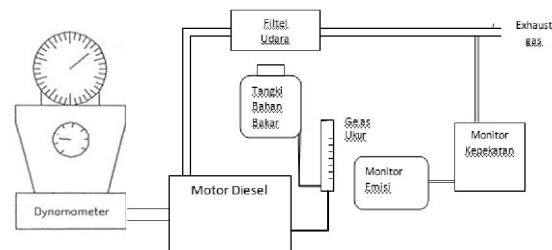
Metodologi Penelitian dan Pengujian

Metodologi penelitian dan pengujian ini Penambahan Campuran Minyak jarak dan bioaditif pada Mesin Diesel dengan menggunakan 3 kali pencampuran minyak jarak dan bioaditif pada biosolar. Pada dasarnya pengujian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan minyak jarak dan bioaditif campuran bahan bakar terhadap performa dan kepekatan gas

asap pada mesin diesel, dimana dalam pengujian ini meliputi sebagai berikut:

- Pengujian dengan mesin diesel standats dengan campuran
- Minyak jarak pada biosolar 10% dan 90%, dan.
- Minyak jarak dan Bioaditif pada prosentase 9,5% dan 0,5%.
- Tekanan injektor fokus 110
- Putaran mesin konstan pada 2000 rpm.
- Volume bahan bakar dalam sekali pengujian sebanyak 25 gram.

Berikut adalah rangkaian gambar dari peralatan yang digunakan untuk pengujian, sebagai berikut,



Gambar 2.1 Rangkaian Peralatan yang digunakan dalam percobaan

Hasil dan Pembahasan

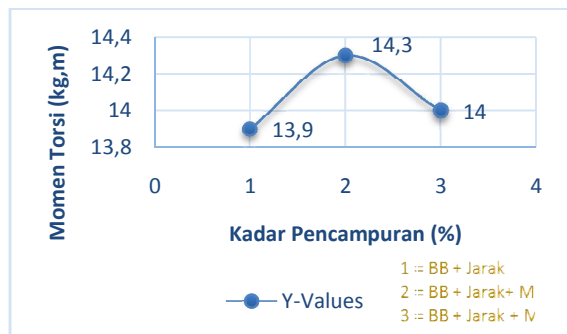
Untuk mengetahui parameter kinerja dari mesin diesel maka diperlukan rumus perhitungan dari data pengujian. Dalam pengambilan data dilakukan 3 kali pengambilan sampel data dalam satu pengujian, guna untuk mencari nilai rata-rata dari pengujian tersebut. Berikut adalah rekapitulasi dari perhitungan untuk kerja mesin diesel.

Tabel 3.1 Rekapitulasi data dengan Mic. Excel performa motor diesel dan kepekatan gas asap motor diesel

No	Variabel	Campuran bahan bakar	Torsi (Nm)	Daya Efektif (kW)	SFC (kg/h)	ESFC (kg/kWh)	Opacity smoke (%)
1	Minyak jarak & biosolar	10% & 90%	13,9	27,8	21,221	0,775	23,8
			14	28	19,677	0,702	23,7
			13,9	27,8	19,435	0,669	23,8
2	Minyak jarak, minyak kayu putih, biosolar	0,9%,0,5%, & 90%	14,3	28,6	23,466	0,820	30
			14,2	28,4	23,124	0,814	32
			14	28	23,466	0,838	31
3	Minyak jarak, minyak cengkeh, & biosolar	0,9%,0,5%, & 90%	14	28	24,369	0,870	23
			14,2	28,4	23,819	0,838	23,2
			14,1	28,2	24,369	0,864	23

Dari table rekapitulasi perhitungan data pada setiap pencampuran minyak jarak dan bioaditif diatas, untuk selanjutnya dapat digambarkan dalam diagram alir guna untuk mengetahui pengaruh dan perbedaan campuran minyak jarak dan bioaditif terhadap performa dan emisi gas buang pada motor diesel.

1. Momen torsi yang dihasilkan oleh unjuk kerja motor diesel

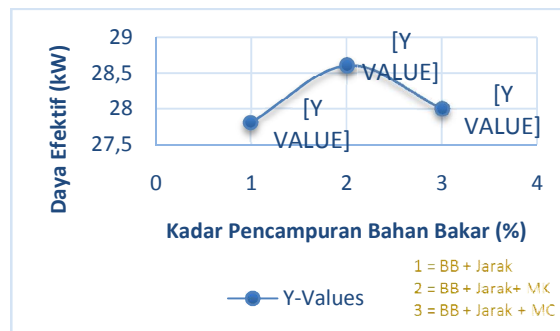


Gambar 3.1 Grafik hubungan antara campuran minyak jarak dan bioaditif dari minyak kayu putih dan minyak cengkeh terhadap momen torsi yang dihasilkan mesin diesel

Berdasarkan gambar tabel di atas dapat dipahami bahwa momen torsi yang dibangkitkan dari hasil pembakaran mesin diesel berbahan bakar campuran antara minyak jarak dan bioaditif dari minyak kayu putih dan cengkeh pada biosolar dengan berbagai reaksi campuran yang digunakan, terjadi peningkatan momen torsi yang dihasilkan oleh kerja mesin diesel. Momen torsi terbesar terdapat pada penggunaan campuran minyak kayu putih sebesar 0,5% yang menghasilkan momen torsi sebesar 14,3 Nm, sedangkan momen torsi terendah terdapat pada penggunaan minyak jarak 10% tanpa bioaditif yang menghasilkan momen torsi sebesar 13,9 Nm.

Pengaruh dari penambahan minyak jarak dan bioaditif dari minyak kayu putih dan minyak cengkeh 9,5% dan 0,5% pada bahan bakar biosolar berdampak baik terhadap momen torsi yang dihasilkan oleh unjuk kerja mesin diesel. Sehingga momen torsi yang hasilkan pencampuran bahan bakar biosolar menghasilkan efisiensi unjuk kerja yang tinggi dan laju tekanan mesin diesel semakin optimal.

2. Daya efektif yang dihasilkan oleh unjuk kerja motor diesel

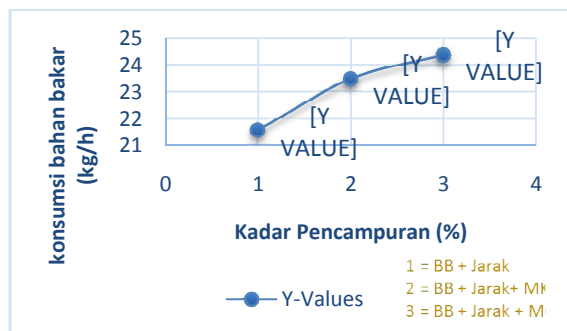


Gambar 3.2 Grafik hubungan antara campuran minyak jarak dan bioaditif dari minyak kayu putih dan minyak cengkeh terhadap daya efektif yang dihasilkan mesin diesel

Dari grafik daya efektif di atas, terdapat tiga variasi campuran pada unjuk kerja motor diesel, dapat disimpulkan daya tertinggi terjadi pada campuran minyak jarak 9,5% dan bioaditif dari minyak kayu putih 0,5% pada biosolar dengan daya sebesar 28,6 kW. Sedangkan daya terendah terjadi pada campuran minyak jarak 10% pada biosolar sebanyak 90% tanpa bioaditif dengan daya sebesar 27,8 kW. Besar kecil daya motor diesel tergantung pada torsi yang didapatkan.

Daya yang dihasilkan mesin dipengaruhi oleh putaran poros engkol yang terjadi akibat dorongan piston yang dihasilkan karena adanya pembakaran bahan bakar dengan udara. Jika konsumsi bahan bakar dan udara diperbesar maka akan besar pula daya yang dihasilkan. Semakin cepat poros engkol berputar, maka akan semakin besar daya yang dihasilkan. Penambahan minyak jarak dan bioaditif dari minyak kayu putih dan minyak cengkeh 9,5% dan 0,5% berdampak pada kenaikan daya yang dihasilkan, sehingga proses pembakaran bahan bakar semakin baik pada mesin diesel.

3. Konsumsi bahan bakar spesifik yang digunakan oleh unjuk kerja motor diesel



Gambar 3.3 Grafik hubungan antara campuran minyak jarak dan bioaditif dari minyak kayu putih dan minyak cengkeh terhadap konsumsi bahan bakar yang dihasilkan mesin diesel

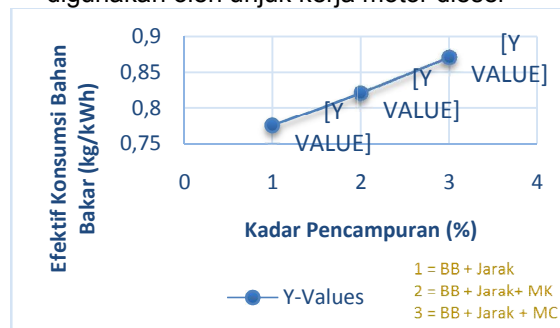
Pemakaian bahan bakar spesifik (*specific fuel consumption*) adalah suatu ukuran banyaknya bahan bakar yang digunakan suatu mesin pada waktu tertentu. Ukuran ini dapat digunakan sebagai indikator efisiensi kendaraan. Penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan konsumsi bahan bakar antara tiga variasi minyak alam pada berbagai fraksi dengan bahan bakar diesel murni.

Secara teoritis meningkatnya putaran mesin menyebabkan naiknya kebutuhan bahan bakar, semakin besar putaran mesin maka akan semakin singkat pula waktu pemakaian bahan bakar. Berdasarkan grafik diatas, dapat disimpulkan nilai konsumsi bahan bakar yang paling tinggi terdapat pada campuran minyak jarak dan bioaditif dari minyak cengkeh sebanyak 9,5% dan 0,5% dengan nilai konsumsi bahan bakar sebesar 24,36 kg/h. Sedangkan konsumsi bahan bakar terendah terdapat pada campuran minyak jarak 10% tanpa penambahan bioaditif dengan nilai konsumsi bahan bakar sebesar 21,55 kg/h.

Penambahan bahan bakar campuran minyak jarak sebanyak 10% cenderung lebih besar nilai efektif konsumsi bahan bakarnya. Sementara itu, pencampuran minyak jarak dan bioaditif sebanyak 9,5% dan 0,5% pada biosolar mengalami peningkatan nilai konsumsi bahan bakar, disebabkan karena konsentrasi pencampuran minyak jarak dan bioaditif,

sehingga dapat dikaitkan dengan angka setanacampuran yang lebih tinggi dibandingkan bahan bakar bisolar. Angka setana dan adanya kandungan oksigen dalam minyak kelapa membuat dampak baik terhadap daya ataupun torsi yang dihasilkan. Selain itu, titik nyala bahan bakar juga semakin tinggi dan konsumsi bahan bakar menjadi semakin singkat.

4. Efektif konsumsi bahan bakar spesifik yang digunakan oleh unjuk kerja motor diesel



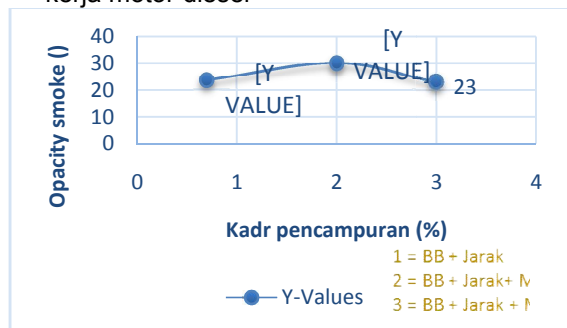
Gambar 3.4 Grafik hubungan antara campuran minyak jarak dan bioaditif dari minyak kayu putih dan minyak cengkeh terhadap efektif konsumsi bahan bakar yang dihasilkan mesin diesel

Konsumsi bahan bakar dari suatu motor diesel merupakan keekonomian motor diesel. Pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan dengan mengukur lamanya waktu yang diperlukan untuk menghabiskan sejumlah tertentu bahan bakar pada kecepatan putar, torsi dan beban tertentu. Berdasarkan grafik diatas, nilai efektif konsumsi bahan bakar pada campuran minyak jarak dan bioaditif dari minyak cengkeh sebanyak 9,5% dan 0,5% dengan nilai efektif konsumsi bahan bakar sebesar 0,870 kg/kWh, sedangkan nilai efektif konsumsi bahan bakar terendah ada pada campuran minyak jarak 10% tanpa tambahan bioaditif, campuran minyak jarak pada biosolar dengan nilai efektif konsumsi bahan bakar sebesar 0,775 kg/kWh.

Pencampuran minyak jarak sebanyak 10% cenderung lebih besar nilai efektif konsumsi bahan bakarnya. Sedangkan pada campuran minyak jarak dan bioaditif minyak cengkeh 9,5% dan 0,5% menjadi lebih rendah dibandingkan bioaditif minyak kayu putih dengan proses pencampuran yang sama, karena pengaruh besarnya bahan bakar yang digunakan untuk menghasilkan daya persatuan waktu, dengan

kata lain bahwa semakin besar daya yang dihasilkan persatuan waktu dengan jumlah bahan bakar yang semakin sedikit menunjukkan besarnya efektifitas pembakaran yang terjadi dalam motor diesel. Hal ini dipengaruhi oleh proses pembakaran yang berlangsung dalam motor diesel dan besarnya perbandingan udara dan bahan bakar yang dibutuhkan oleh motor.

5. Kepekatan gas asap yang dihasilkan unjuk kerja motor diesel



Gambar 3.5 Grafik hubungan antara campuran minyak jarak dan bioaditif dari minyak kayu putih dan minyak cengkeh terhadap nilai kepekatan gas asap yang dihasilkan mesin diesel

Besarnya pengurangan tingkat kepekatan asap gas buang motor diesel (opacity) pada penggunaan minyak jarak 10% memiliki kecenderungan semakin baik, dimana pada semua fraksi bahan bakar memiliki tingkat opasitas yang lebih baik dari pada minyak jarak dan bioaditif minyak kayu putih.

Berdasarkan grafik diatas dapat diketahui nilai dari kepekatan gas asap. Nilai kepekatan gas asap tertinggi pada campuran minyak jarak dan bioaditif mianyak kayu putih dengan kepekatan gas asap sebanyak 30%. Sedangkan nilai kepekatan gas asap terendah ada pada campuran minyak jarak dan bioaditif minyak cengkeh sebanyak 9,5% dan 0,5% dengan nilai kepekatan asap sebanyak 23%. Pengaruh penggunaan minyak jarak dan bioaditif keduanya pada campuran biosolar terhadap kualitas emisi gas buang terutama opasitas menunjukkan adanya hasil perbaikan. Penurunan tingkat opasitas dapat diamati dari besarnya campuran minyak alam. Besarnya penurunan disebabkan karena tercukupinya jumlah udara dalam ruang bakar dan menurunnya kandungan sulful pada bahan bakar, sehingga sebagian besar bahan bakar tercampur secara ideal pada saat bahan bakar

berbentuk uap. Pembakaran yang sempurna dan adanya oksigen dalam biodiesel menyebabkan rendahnya kandungan karbon monoksida. Penambahan minyak jarak dan bioaditif minyak kayu putih dan minyak cengkeh dalam biosolar sebesar 9,5% dan 0,5% mengalami penurunan kadar kepekatan gas asap yang diakibatkan karena biodiesel bersifat oksigenat yang membuat proses pembakaran semakin sempurna.

Kesimpulan

Dari hasil pengujian pengaruh penambahan minyak jarak dan bioaditif pada performa dan emisi gas buang, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Minyak jarak memiliki karakteristik yang sama dengan biosolar bahkan pada beberapa item terutama pada hasil perhitungan nilai momen torsi sebesar 13,9 kg.m, sedangkn daya efektif yang dihasilkan sebesar 27,8 kW.
2. Pada penggunaan minyak jarak dan bioaditif pengaruh pada SFC sebesar 23,4/24,3 kg/h dan ESFC sebesar 0,820/0,870 kh/kWh untuk performa pada mesin diesel.
3. Rendahnya kandungan sulfur pada minyak jarak dibandingkan biosolar menyebabkan turunnya kadar kepekatan gas buang pada setiap pencampuran bahan bakar.

Daftar Pustaka

- [1] Daryanto & Setyabudi, 2013. *"Teknik Motor Diesel"* Alfabeta, Bandung
- [2] Suhartanta & Arifin Z., 2008, " Pemanfaatan Minyak Jarak Pagar Sebagai Bahan Bakar Alternatif Mesin Diesel".
- [3] Rabiman & Zainal Arifin. 2011. *Sistem Bahan Bakar Motor Diesel*, Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- [4] Ismanto, 2012. Analisis Variasi Tekanan Pada Injektor Terhadap Performace (Torsi dan Daya) Pada Motor Disel. Universitas Janabadra : Yogyakarta
- [5] Triana Kusumaningsih, Pranoto, & Ragil Saryoso, 2006. *Pembuatan Bahan Bakar Biodisel dari Minyak Jarak Pengaruh Suhu dan Konsentrasi KOH pada Reaksi Transesterifikasi Berbasis Katalis Basa*. Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta.
- [6] Asep Kadarohman, 2003, *"Eksplorasi Minyak Atsiri Sebagai Bioaditif Bahan Bakar Solar"* Program Studi Kimia, FPMIPA, UPI Bandung