

Pengaruh Penggunaan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Terhadap SFC dan Efisiensi Termal Mesin Diesel

Ahmad Arif*¹, Nuzul Hidayat², Wawan Purwanto³, M. Yasep Setiawan⁴, Masykur⁵

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

⁵Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar

e-mail: *¹ahmadarif@ft.unp.ac.id, ²nuzulhidayat@ft.unp.ac.id, ³wawan5527@ft.unp.ac.id,
⁴m.yasepsetiawan@ft.unp.ac.id, ⁵masykur@utu.ac.id

Abstrak

Minyak pelumas (oli) berfungsi sebagai pelapis, pembersih, pendingin dan pencegah gesekan langsung antar komponen di dalam mesin. Setelah dipakai, kualitas oli menjadi berkurang sehingga disebut oli bekas. Oli bekas merupakan campuran hidrokarbon kental ditambah berbagai bahan kimia aditif. Sumber oli bekas yang melimpah perlu ditangani dengan cepat, tepat dan praktis. Oli bekas masih mengandung energi yang cukup tinggi, dan masih berpotensi menjadi bahan bakar. Sampai saat ini, penanganan terhadap oli bekas yang telah dilakukan diantaranya adalah proses daur ulang dan dijadikan campuran bahan bakar hidrokarbon. Oleh sebab itu, maka perlu dicari cara untuk memanfaatkan oli bekas sebagai bahan bakar dengan proses yang mudah dan murah dan dapat menjadi bahan bakar alternatif mesin diesel sehingga lebih ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui SFC dan efisiensi termal mesin diesel dengan menggunakan oli bekas sebagai bahan bakar. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental dengan mengatur campuran bahan bakar solar dan oli bekas. Metode yang digunakan untuk mengetahui SFC dan thermal efficiency yang optimal adalah dengan mencampur bahan bakar solar dengan oli bekas 20%-100% dengan interval 20%. Pengujian dilakukan pada mesin diesel Yanmar TF150MR yang dikopel electrical generator dengan putaran mesin konstan 1500 rpm dan pembebanan 500-5000 watt dengan interval 500 watt. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran bahan bakar solar dan oli bekas yang paling optimal adalah 40%:60%. Hal ini dibuktikan dengan SFC rata-rata terendah 0,537 kg/hp.jam dan efisiensi termal rata-rata tertinggi 16,82%. Penggunaan bahan bakar campuran solar dan oli bekas 40%:60% juga dapat menghemat/menggantikan bahan bakar solar 60%.

Kata kunci—Oli bekas, bahan bakar, SFC, thermal efficiency, mesin diesel.

Abstract

Lubricating oil functions as a coating, cleaning, cooling and preventing direct friction between components in the engine. After use, the quality of the oil becomes reduced so it is called used oil. Used oil is a thick mixture of hydrocarbons plus various chemical additives. Abundant sources of used oil need to be handled quickly, precisely and practically. Used oil still contains a high enough energy, and still has the potential to be a fuel. Until now, the handling of used oil that has been done includes the recycling process and used as a mixture of hydrocarbon fuels. Therefore, it is necessary to find a way to utilize used oil as fuel with an easy and inexpensive process and can be an alternative fuel for diesel engines so that it is more economical. This study aims to determine the SFC and thermal efficiency of diesel engines using used oil as fuel. This research was conducted experimentally by adjusting the mixture of diesel fuel and used oil. The method used to determine the optimal SFC and thermal efficiency is to mix diesel fuel with used oil 20%-100% at intervals of 20%. The test was carried out on a Yanmar TF150MR diesel engine coupled with an electrical generator with a constant engine speed of 1500 rpm and a loading of 500-5000 watts at 500 watt intervals. The results showed that the most optimal mixture of biodiesel fuel and used oil was 40%:60%. This is evidenced by the lowest average SFC of 0,537 kg/hp.hour and the highest average thermal efficiency of 16,82%. The use of a mixture of biodiesel fuel and used oil 40%:60% can also save/replace 60% diesel fuel.

Keywords—Used oil, fuel, SFC, thermal efficiency, diesel engine.

1. PENDAHULUAN

Energi alternatif terus dicari untuk menghemat konsumsi bahan bakar minyak (BBM) terutama pada kendaraan bermotor. Bahan bakar alternatif yang telah digunakan untuk mengatasi ketergantungan bahan bakar fosil adalah *gas fuel*, *bio fuel* dan *cell fuel*. Namun jumlah sumber energi alternatif ini belum mencukupi kebutuhan energi dunia karena pembangunan yang terus berkembang. Penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk menghemat bahan bakar solar pada mesin diesel adalah dengan menggunakan biosolar yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang dicampur dengan solar untuk menghemat konsumsi solar, tetapi harganya lebih mahal dari solar karena proses pengolahan yang sulit dan bahan baku yang terbatas. Minyak pelumas (oli) berfungsi sebagai pelapis, pembersih, pendingin dan pencegah gesekan langsung antar komponen di dalam mesin. Setelah dipakai, kualitas oli menjadi berkurang sehingga disebut oli bekas. Oli bekas yang dihasilkan bengkel-bengkel kendaraan bermotor setiap harinya rata-rata 26,4 liter perhari.

Oli bekas mengandung sisa hasil pembakaran yang bersifat asam, korosif, deposit, dan logam berat yang bersifat karsiogenik [1]. Limbah oli bekas termasuk bahan berbahaya dan beracun (B3) karena dapat merusak air, tanah, lingkungan dan kesehatan [2]. Oli bekas merupakan campuran hidrokarbon kental ditambah berbagai bahan kimia aditif. Oli bekas dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif penghasil energi listrik [3]. Pemanfaatan bahan bakar dari oli bekas dapat dilakukan melalui pembakaran secara kimiawi sederhana. Walaupun tidak masuk dalam kategori bahan bakar minyak, tetapi oli sangat penting dikaitkan dengan bidang otomotif dan industri. Menurut Ditjen Migas, konsumsi oli di Indonesia di bidang otomotif maupun industri mencapai 650 juta liter pertahun dengan peningkatan 7-10%. *Supply* oli bekas 520 juta liter pertahunnya, setara dengan 1.420 kiloliter perhari dengan harga Rp. 1.000–2.000 perliter dan asumsinya 20% oli yang terbakar atau terbuang dalam pemakaian.

Sumber oli bekas yang melimpah perlu ditangani dengan cepat, tepat dan praktis. Oli bekas masih mengandung energi yang cukup tinggi, dan masih berpotensi menjadi bahan bakar. Setelah dilakukan proses pembersihan, karakteristik yang dimiliki oli bekas masih dapat dipakai menjadi bahan bakar alternatif [3]. Sampai saat ini, penanganan terhadap oli bekas yang telah dilakukan diantaranya adalah proses daur ulang dan dijadikan campuran bahan bakar hidrokarbon [4] [5]. Oleh sebab itu, maka perlu dicari cara untuk memanfaatkan oli bekas sebagai bahan bakar dengan proses yang mudah dan murah dan dapat menjadi bahan bakar alternatif mesin diesel sehingga lebih ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa mesin diesel yang dinyatakan dalam SFC (*specific fuel consumption*) dan efisiensi termal dengan menggunakan oli bekas sebagai bahan bakar yang diterapkan pada mesin diesel empat langkah *single cylinder generator set* Yanmar TF 105 MR-di 583 cc.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental. Pengujian dilakukan pada mesin diesel empat langkah *single cylinder* Yanmar TF 105 MR-di *generator set* yang telah dikopel langsung dengan *electrical generator*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui SFC dan efisiensi termal mesin diesel dengan menggunakan oli bekas sebagai bahan bakar sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan mesin diesel. Untuk mengetahui SFC dan *thermal efficiency* mesin yang optimal, maka dilakukan pengujian performa mesin diesel dengan variasi perbandingan jumlah bahan bakar solar dan oli bekas, kemudian dilakukan analisis data hasil penelitian. Proses persiapan mesin dan bahan bakar serta pengujian dilakukan di Laboratorium Motor Bakar Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah mendapatkan SFC dan efisiensi termal mesin diesel yang optimal. Penelitian ini terdiri dari kelompok kontrol dan kelompok uji. Kelompok kontrol adalah pengujian standar dengan mesin diesel menggunakan bahan bakar solar murni, dan kelompok uji adalah mesin diesel menggunakan bahan bakar campuran solar dengan oli bekas.

2.1 Alat Uji

Alat uji yang digunakan adalah mesin diesel empat langkah *single cylinder* Yanmar TF 105 MR-di 583 cc dan *electrical generator* General/ SP 16. Spesifikasi alat uji ditunjukkan pada tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Spesifikasi mesin uji

<i>Merk/type</i>	Yanmar/TF 105 MR-di
<i>Model</i>	1 Silinder 4 langkah
<i>Dimention (mm)</i>	695 x 348,5 x530
<i>Displacement</i>	583 cc
<i>Fuel system</i>	<i>Direct injection</i>
<i>Max power</i>	7,7 KW/2400 rpm
<i>Compression ratio</i>	17.9
<i>Cooling system</i>	<i>Radiator</i>
<i>Intake system</i>	<i>Natural</i>

Tabel 2. Spesifikasi *electrical generator*

<i>Merk/type</i>	General/SP 16
<i>Voltage-ampere</i>	230 V–26,1 A (AC)
<i>Max AC output</i>	6 KW
<i>Frequency</i>	50 Hz
<i>Electric control</i>	<i>Voltmeter, amperemeter, switch</i>

2.2 Alat Ukur

Alat ukur yang digunakan adalah tabung ukur konsumsi bahan bakar (*burette*), beban lampu (*load*), *electrical output controller*, *stopwatch*, *rpm tester*, dan *thermometer digital*. *Burette* digunakan untuk mengukur jumlah bahan bakar yang terpakai dalam pengujian dengan skala 50 ml. Beban lampu digunakan sebagai beban yang diberikan kepada mesin uji yang terdiri dari 21 buah lampu pijar dengan total daya maksimal 5000 Watt. *Electrical output controller* digunakan untuk mengukur arus (I) dan tegangan (V) listrik yang terjadi akibat pemberian beban pada *electrical generator*. *Stopwatch* digunakan untuk menghitung waktu konsumsi bahan bakar saat proses pengujian pada setiap putaran mesin. *Rpm tester* digunakan untuk mengetahui putaran mesin pada setiap pembebanan yang terjadi pada *electrical generator*. *Thermometer digital* digunakan untuk mengukur temperatur mesin, pelumas, air pendingin dan gas buang.

2.3 Bahan Bakar

Bahan bakar yang digunakan dalam pengujian adalah solar yang diproduksi oleh PT. Pertamina dan diperoleh dari stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU), sedangkan oli bekas yang digunakan diperoleh dari beberapa bengkel mobil dan sepeda motor di Kota Padang.

2.4 Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian terdiri dari tiga tahapan, yaitu persiapan pengujian, pengujian standar dengan bahan bakar solar murni dan pengujian variasi campuran bahan bakar solar dengan oli bekas.

2.4.1 Persiapan Pengujian

Tahap ini diawali dengan memeriksa kondisi mesin, yaitu fisik mesin, sistem pelumasan, sistem pendinginan, sistem bahan bakar, sistem pemasukan udara dan *electrical*

generator. Selanjutnya memeriksa kondisi sistem pembebanan, sistem kelistrikan, ala-alat uji, dan alat-alat ukur.

2.4.2 Pengujian Standar Biosolar Murni

Pengujian standar dilakukan dengan menghidupkan mesin diesel hingga mencapai temperatur kerja. Selanjutnya mengatur pembebanan mesin diesel dari 500-5000 Watt (10–100%) dengan interval 500 Watt dan putaran mesin konstan 1500 rpm. Data-data yang dibutuhkan dicatat pada setiap kenaikan beban, yaitu waktu konsumsi bahan bakar setiap 10 ml serta temperatur mesin, pelumas, air pendingin, dan gas buang.

2.4.3 Pengujian Variasi Campuran Bahan Bakar Biosolar dengan Oli Bekas

Pengujian dilakukan dengan putaran mesin konstan 1500 rpm dan variasi beban mulai dari 500–5000 Watt dengan interval 500 Watt (10–100%). Tahapannya hampir sama dengan pengujian standar dengan bahan bakar solar murni, tetapi sebelum dilakukan pengaturan beban mesin, terlebih dahulu mengatur campuran bahan bakar solar dengan oli bekas mulai dari 20% sampai dengan 100% (oli bekas murni) dengan interval 20% dan setelah itu semua tahapan pengujiannya sama.

2.5 Rancangan Eksperimen

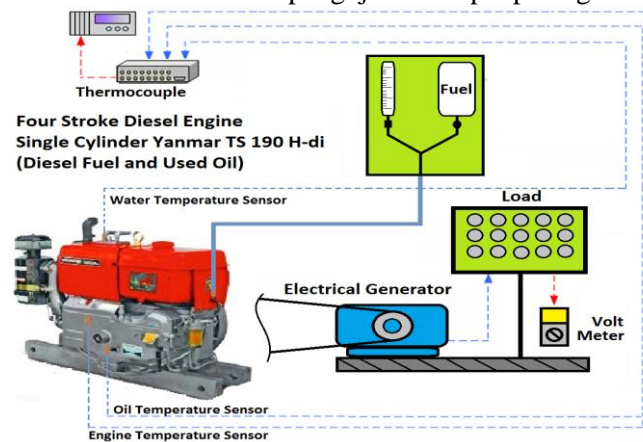
Rancangan eksperimen penelitian ini terdapat pada tabel 3.

Tabel 3. Rancangan eksperimen

Parameter Input				Parameter Output	
Konstan		Variasi		Diukur	Dihitung
Bahan Bakar	Pengaturan Mesin Diesel	Oli Bekas (%)	Beban (Watt)		
Solar	1. Konsumsi bahan bakar 10 ml 2. Pengaturan mesin sesuai standar	20 sampai 100 % dengan interval 20%	500 sampai 5000 Watt (10-100%) dengan interval 500 Watt	1. Waktu konsumsi bahan bakar solar setiap 500 ml 2. T_{mesin} (°C) 3. $T_{pelumas}$ (°C) 4. $T_{air\ pendingin}$ (°C) 5. $T_{gas\ buang}$ (°C)	1. SFC 2. $\eta_{thermal}$
Oli Bekas	3. Putaran mesin 1500 rpm				

2.6 Skema Penelitian

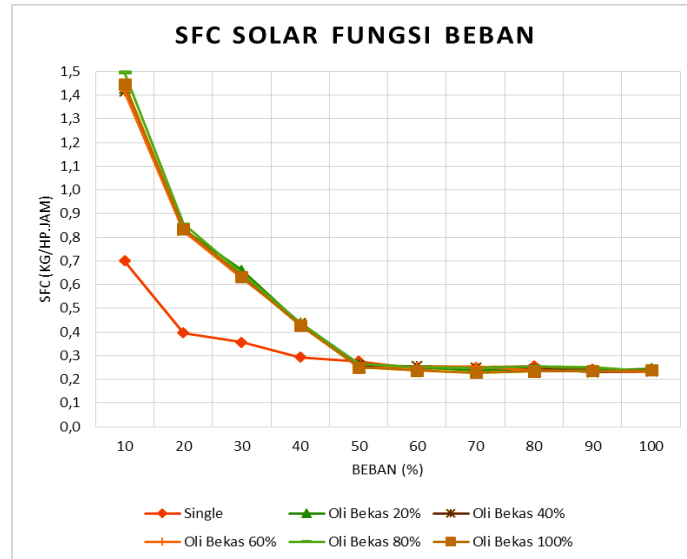
Skema penelitian dalam melakukan pengujian terdapat pada gambar 1.



Gambar 1. Skema penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

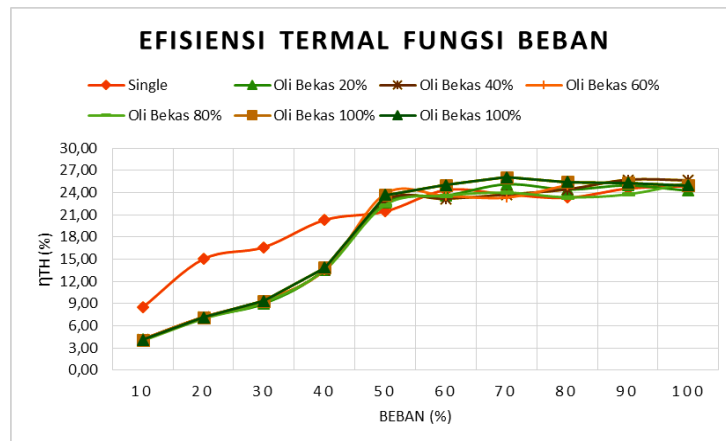
SFC (*specific fuel consumption*) atau konsumsi bahan bakar spesifik diartikan sebagai laju aliran bahan bakar untuk menghasilkan daya efektif. SFC tergantung pada tingkat kesempurnaan pembakaran campuran udara dan bahan bakar di ruang bakar [6] [7].



Gambar 2. Grafik SFC solar fungsi beban

Secara umum grafik pada gambar 2 menunjukkan bahwa SFC yang dihasilkan mesin semakin turun seiring dengan peningkatan beban mesin. Hal ini karena mesin membutuhkan penambahan konsumsi bahan bakar seiring dengan bertambahnya beban mesin pada putaran konstan. Setelah penambahan beban, grafik SFC cenderung mengalami penurunan sampai beban 100% dan mencapai nilai terendah. Nilai SFC terbaik ditunjukkan oleh nilai yang paling rendah. Nilai SFC rata-rata terendah terjadi pada penggunaan perbandingan campuran bahan bakar solar dengan oli bekas 40%:60%, yaitu 0,537 kg/hp.jam, sedangkan SFC rata-rata bahan bakar solar murni adalah 0,347 kg/hp.jam atau mengalami kenaikan 54,75% terhadap penggunaan bahan bakar solar murni. Hal ini disebabkan oleh laju aliran massa udara dan bahan bakar solar yang masuk ke ruang bakar proporsional dengan laju aliran massa oli bekas, sehingga menghasilkan pembakaran yang sempurna dan mengakibatkan terjadinya peningkatan daya mesin dan konsumsi bahan bakar lebih efektif.

Efisiensi termal adalah besarnya pemanfaatan energi panas yang tersimpan di dalam bahan bakar untuk diubah menjadi daya efektif oleh mesin pembakaran dalam [6] [7]. Grafik efisiensi termal terhadap beban mesin terdapat pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik efisiensi termal fungsi beban

Grafik pada gambar 3 menunjukkan bahwa efisiensi termal rata-rata tertinggi terdapat pada penggunaan bahan bakar solar murni dan kemudian diikuti penurunan nilai efisiensi termal saat laju aliran massa bahan bakar campuran solar dengan oli bekas. Hal ini disebabkan oleh energi *input* melalui bahan bakar solar yang masuk ke ruang bakar lebih besar dibandingkan bahan bakar campuran solar dengan oli bekas untuk beban yang sama. Grafik juga menunjukkan bahwa efisiensi termal tertinggi berada pada beban 70-100%, baik untuk bahan bakar solar murni maupun bahan bakar campuran solar dengan oli bekas. Dari variasi campuran bahan bakar solar dan oli bekas menunjukkan rata-rata terbaik terdapat pada perbandingan campuran 40%:60% yaitu 16,82%, sedangkan dengan penggunaan bahan bakar solar murni yaitu 19,15 % atau terjadi penurunan efisiensi termal secara rata-rata sebanyak 12,17% terhadap penggunaan bahan bakar solar murni. Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan campuran bahan bakar solar dengan oli bekas yang optimal untuk menghasilkan efisiensi maksimal ketika menggunakan bahan bakar campuran 40%:60%.

Berdasarkan kedua grafik di atas, terlihat adanya hubungan antara SFC dengan efisiensi termal yang dihasilkan mesin. Ketika SFC turun maka efisiensi termal naik yang menunjukkan bahwa dengan peningkatan efisiensi termal maka semakin banyak bahan bakar yang dikonversi menjadi daya selama proses pembakaran yang dikeluarkan melalui poros mesin. Saat nilai SFC naik maka nilai efisiensi termal turun yang mengindikasikan semakin banyak bahan bakar yang terbuang bersama gas buang sisa pembakaran karena tidak dapat dikonversi menjadi daya mesin pada saat proses pembakaran berlangsung di ruang bakar.

4. KESIMPULAN

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran bahan bakar solar dengan oli bekas yang paling optimal terdapat pada campuran 40%:60%. Hal ini dibuktikan dengan SFC rata-rata dihasilkan sebesar 0,537 kg/hp.jam yang mengalami kenaikan 54,75% terhadap penggunaan bahan bakar solar murni. Dengan menggunakan bahan bakar campuran solar dengan oli bekas 40%:60% dapat menghemat dan menggantikan penggunaan bahan bakar solar sebanyak 60%. Selanjutnya, pada campuran bahan bakar solar dan oli bekas 40%:60% menghasilkan efisiensi termal rata-rata terbaik yaitu 16,82% yang mengalami penurunan 12,17% terhadap penggunaan bahan bakar solar murni.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sukarmin, D., 2004, *Hidrokarbon dan Minyak Bumi*, Bagian Proyek Pengembangan Kurikulum, Direktorat Pendidikan Menengah dan Kejuruan, Depdiknas, Jakarta.

-
- [2] Fitriawan, D., 2010, Studi Pengelolaan Limbah Padat dan Limbah Cair PT X – Pasuruan Sebagai Upaya Penerapan Proses Produksi Bersih, *Skripsi*, Program Sarjana, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [3] Raharjo, Wahyu, P., 2007, Pemanfaatan TEA (Three Ethyl Amin) Dalam Proses Penjernihan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar pada Peleburan Alumunium, *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, vol 8, hal 166-184.
- [4] Monika, I. dan Umar, D.F., 2008, *Pemanfaatan Bentonit Sebagai Penjernih Minyak Pelumas Bekas Hasil Proses Daur Ulang dengan Batu Bara*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batu Bara, Bandung.
- [5] Raharjo, Wahyu, P., 2009, Pemanfaatan Oli Bekas Dengan Pencampuran Minyak Tanah Sebagai Bahan Bakar pada Atomizing Burner, *Jurnal Penelitian Sains dan Teknologi*, vol 10, hal 156-168.
- [6] Arif, A., Hidayat, N., Setiawan, M.Y., 2017, Pengaruh Pengaturan Waktu Injeksi dan Durasi Injeksi Terhadap Brake Mean Effective Pressure dan Thermal Efficiency pada Mesin Diesel Dual Fuel, *Jurnal Inovasi, Vokasional dan Teknologi*, vol 17, hal 67-74.
- [7] Yuvenda, D., Sudarmanta, B., Putra, R.P., Martias, dan Alwi, E., 2019, Pengaruh Tekanan Injeksi Gas Terhadap Konsumsi Bahan Bakar dan Efisiensi Termal pada Mesin Diesel Dual Fuel, *Jurnal Inovasi, Vokasional dan Teknologi*, vol 19, hal 35-42.
-