

PENGARUH PENAMBAHAN FUEL OIL ADDITIVE (FOA) TERHADAP PERFORMA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR MESIN DIESEL BERBAHAN BAKAR B20

Moh. Syaiful Anwar¹, Mochamad Shaleh²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sunan Giri Surabaya
Jl. Brigjen Katamso II Waru Sidoarjo
Email: msa.syaiful1@gmail.com

ABSTRACT:

This study aimed to analyze the effect of Fuel Oil Additive (FOA) on the performance and fuel consumption of diesel engines fueled with B20 biodiesel. The research used an experimental quantitative method by comparing the Specific Fuel Consumption (SFC) values of diesel engines operating with B20 fuel and B20 mixed with FOA under different loading conditions. The tests were conducted on a 6DV-32 diesel engine generator with loading variations of 50%, 75%, and 100%. The results showed that the addition of FOA improved fuel efficiency at medium and high engine loads. At 75% load, the SFC value decreased from 0.309 liter/kWh to 0.291 liter/kWh, representing a reduction of 5.82%. At 100% load, the SFC value decreased significantly from 0.292 liter/kWh to 0.246 liter/kWh, with an efficiency improvement of 15.75%. However, at 50% load, the SFC value increased from 0.312 liter/kWh to 0.329 liter/kWh or by 5.45%, indicating that FOA performance was less effective at low engine loads. The findings indicate that the use of Fuel Oil Additive enhances combustion quality and improves fuel consumption efficiency, particularly under high loading conditions. Therefore, B20+FOA has the potential to be applied as an alternative fuel solution for improving diesel engine operational efficiency.

Keywords:

B20 biodiesel; diesel engine; fuel oil additive; fuel consumption; specific fuel consumption; combustion efficiency

1. PENDAHULUAN

Penggunaan bahan bakar diesel masih menjadi pilihan utama pada sektor transportasi, industri, dan pembangkit energi karena memiliki efisiensi termal yang tinggi serta kemampuan menghasilkan torsi besar pada putaran rendah. Namun, ketergantungan terhadap bahan bakar fosil menimbulkan berbagai permasalahan, seperti peningkatan konsumsi energi, keterbatasan cadangan minyak bumi, dan emisi gas buang yang berdampak terhadap lingkungan [1]. Oleh sebab itu, pemerintah Indonesia mendorong pemanfaatan bahan bakar nabati melalui program mandatori biodiesel, salah satunya penggunaan B20 yang merupakan campuran 20% biodiesel dan 80% solar [2].

B20 banyak digunakan karena mampu mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil sekaligus menekan emisi gas buang kendaraan diesel [3]. Biodiesel pada campuran B20 memiliki kandungan oksigen yang lebih tinggi dibandingkan solar murni sehingga proses pembakaran dapat berlangsung lebih baik [4]. Selain itu, penggunaan biodiesel juga dinilai mampu meningkatkan nilai pelumasan bahan bakar yang berpengaruh terhadap umur komponen mesin diesel [5]. Meskipun demikian, penggunaan B20 masih memiliki beberapa kelemahan, antara lain nilai kalor yang lebih rendah, peningkatan konsumsi bahan bakar pada kondisi tertentu, serta potensi terbentuknya deposit pada sistem pembakaran [6].

Performa mesin diesel sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan bakar yang digunakan. Karakteristik seperti angka cetane, viskositas, densitas, dan kandungan sulfur menjadi faktor penting yang menentukan efisiensi pembakaran [7]. Pada penggunaan B20, perubahan karakteristik bahan bakar dapat memengaruhi daya mesin, torsi, serta konsumsi bahan bakar spesifik [8]. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk meningkatkan kualitas pembakaran B20 agar performa mesin tetap optimal dan konsumsi bahan bakar dapat ditekan.

Salah satu metode yang banyak dikembangkan adalah penambahan fuel additive atau bahan aditif bahan bakar. Fuel Oil Additive (FOA) merupakan zat tambahan yang dicampurkan ke dalam bahan bakar dengan tujuan meningkatkan kualitas pembakaran, mengurangi pembentukan deposit, serta meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar [9]. Penambahan FOA diketahui mampu memperbaiki proses atomisasi bahan bakar sehingga campuran udara dan bahan bakar menjadi lebih homogen [10]. Kondisi tersebut dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan menghasilkan konsumsi bahan bakar yang lebih rendah pada mesin diesel [11].

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan aditif pada bahan bakar biodiesel dapat meningkatkan performa mesin dan menurunkan emisi gas buang [12]. Penelitian lain juga melaporkan bahwa penambahan aditif tertentu pada campuran biodiesel mampu meningkatkan angka cetane dan mempercepat proses pembakaran di ruang bakar [13]. Selain itu, penggunaan fuel additive pada mesin diesel dilaporkan dapat meningkatkan efisiensi termal serta menurunkan specific fuel consumption dibandingkan penggunaan bahan bakar tanpa aditif [14]. Meskipun demikian, hasil penelitian terkait pengaruh FOA pada bahan bakar B20 masih menunjukkan variasi sehingga diperlukan kajian lebih lanjut untuk memperoleh data yang lebih akurat dan sesuai dengan kondisi operasional mesin diesel di lapangan [15].

Berdasarkan uraian tersebut,

penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh penambahan Fuel Oil Additive (FOA) terhadap performa dan konsumsi bahan bakar mesin diesel berbahan bakar B20. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai efektivitas penggunaan FOA dalam meningkatkan efisiensi pemakaian bahan bakar serta mendukung optimalisasi penggunaan biodiesel pada mesin diesel.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen kuantitatif dengan melakukan pengujian langsung terhadap konsumsi bahan bakar dan performa mesin diesel menggunakan bahan bakar B20 dan B20 yang ditambahkan Fuel Oil Additive (FOA). Penelitian dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran konsumsi bahan bakar spesifik (Specific Fuel Consumption/SFC) pada beberapa variasi pembebanan generator diesel. Pengujian dilaksanakan dengan menggunakan unit mesin diesel tipe 6DV-32 dengan daya terpasang sebesar 2400 kW dan daya mampu 2000 kW.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi:

- Mesin diesel PLTD tipe 6DV-32
- Flow meter atau alat ukur konsumsi bahan bakar
- Panel pengukur daya generator
- Stopwatch

Bahan yang digunakan terdiri dari:

- Bahan bakar B20
- Bahan bakar B20 dengan penambahan Fuel Oil Additive (FOA)

Tahapan penelitian dilakukan sebagai berikut:

1. Menyiapkan mesin diesel dan memastikan seluruh sistem operasi dalam kondisi normal.
2. Mengisi bahan bakar B20 pada tangki bahan bakar mesin diesel.
3. Menjalankan mesin diesel pada beberapa variasi beban, yaitu:
 - Beban 50% (1000 kW)
 - Beban 75% (1500 kW)
 - Beban 100% (2000 kW)
4. Melakukan pengukuran konsumsi bahan bakar selama interval waktu 15 menit pada setiap tingkat pembebanan.
5. Mencatat volume bahan bakar terpakai dan daya terukur generator.

6. Menghitung nilai Specific Fuel Consumption (SFC) berdasarkan konsumsi bahan bakar dan daya yang dihasilkan.
7. Mengulangi prosedur pengujian menggunakan bahan bakar B20 yang telah ditambahkan Fuel Oil Additive (FOA).
8. Membandingkan hasil pengujian antara B20 dan B20+FOA untuk mengetahui pengaruh penambahan FOA terhadap performa dan konsumsi bahan bakar mesin diesel.

Data penelitian diperoleh melalui pengamatan langsung dan pencatatan hasil pengukuran pada saat pengoperasian mesin diesel. Data yang dikumpulkan meliputi:

- Volume bahan bakar masuk dan kembali
- Jumlah bahan bakar terpakai
- Daya awal dan akhir generator
- Total daya terukur
- Nilai Specific Fuel Consumption (SFC)
- Teknik Analisis Data

Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dengan membandingkan nilai konsumsi bahan bakar dan Specific Fuel Consumption (SFC) antara penggunaan B20 dan B20+FOA pada setiap variasi pembebanan mesin.

Dimana nilai SFC dihitung menggunakan persamaan:

$$SFC = \frac{Q_f}{P}$$

dengan:

SFC = Specific Fuel Consumption (liter/kWh)

Q_f = konsumsi bahan bakar (liter)

P = daya yang dihasilkan (kWh)

Selanjutnya dilakukan analisis persentase perubahan konsumsi bahan bakar untuk mengetahui efektivitas penambahan FOA terhadap efisiensi penggunaan bahan bakar mesin diesel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua jenis bahan bakar, yaitu B20 dan B20 yang ditambahkan Fuel Oil Additive (FOA). Parameter yang dianalisis meliputi konsumsi bahan bakar dan nilai Specific Fuel Consumption (SFC) pada variasi pembebanan 50%, 75%, dan 100%. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1 Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar FC (B20)

Beban (%)	Laju Aliran Bahan Bakar				Bahan Bakar Terpakai (liter)	Daya Ukur (kWh)		Total Daya Terukur (kWh)	SFC	
	Masuk		Kembali			Awal	Akhir		Interval 15 Menit	(Ltr/kWh)
	(Liter)	Selisih Masuk	(Liter)	Selisih Masuk						
100% / 2000 kw	5008850	5009050	59925000	59925010	191,4	45693	45698	500	0,383	0,292
	5009050	5009260	59925010	59925080	141,3	45698	45703	500	0,283	
	5009260	5009470	59925080	59925150	141,3	45703	45708	500	0,283	
	5009470	5009660	59925150	59925210	131,2	45708	45714	600	0,219	
	5009660	5009860	59925210	59925290	121,1	45714	45717	300	0,404	
75% / 1500 kw	5009860	5010070	59925290	59925390	111,1	45717	45721	400	0,278	0,309
	5010070	5010270	59925390	59925490	101,1	45721	45725	400	0,253	
	5010270	5010480	59925490	59925580	121,2	45725	45729	400	0,303	
	5010480	5010680	59925580	59925680	101,1	45729	45733	400	0,253	
50% / 1000 kw	5010680	5010880	59925680	59925810	70,9	45733	45736	300	0,236	0,312
	5010880	5011090	59925810	59925940	81	45736	45738	200	0,405	
	5011090	5011290	59925940	59926070	70,9	45738	45740	200	0,355	

Tabel 2. Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar SFC (B20 + FOA)

Beban (%)	Laju Aliran Bahan Bakar				Bahan Bakar Terpakai (liter)	Daya Ukur (kWh)		Total Daya Terukur (kWh)	SFC	
	Masuk		Kembali			Awal	Akhir		Interval 15 Menit	(Ltr/kWh)
	(Liter)	Selisih Masuk	(Liter)	Selisih Masuk						
100% / 2000 kw	5016790	5017020	5992690	5992810	141,3	45867	45873	600	0,236	0,246
	5017020	5017210	5992810	5992850	111,1	45873	45878	500	0,222	
	5017210	5017430	5992850	5992940	131,3	45878	45883	500	0,263	
	5017430	5017660	5992940	5992980	131,3	45883	45888	500	0,263	
75% / 1500 kw	5017660	5017880	5992450	5992850	111,2	45888	45892	400	0,278	0,291
	5017880	5018090	5992650	5992860	91,1	45892	45895	300	0,304	
	5018090	5018310	5992660	5992870	111,1	45895	45899	400	0,278	
	5018310	5018530	5992870	5992890	121,2	45899	45903	400	0,303	
50% / 1000 kw	5018950	5019170	5992610	5992750	91,1	45909	45911	200	0,455	0,329
	5019170	5019380	5992790	5992940	71,1	45911	45914	300	0,237	
	5019380	5019600	5992430	5992950	81,1	45914	45917	300	0,27	
	5019600	5019810	5992570	5992970	71	45917	45919	200	0,355	

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan Fuel Oil Additive (FOA) memberikan pengaruh terhadap performa konsumsi bahan bakar mesin diesel berbahan bakar B20. Pada pembebanan 100%, nilai SFC turun dari 0,292 liter/kWh menjadi 0,246 liter/kWh. Penurunan tersebut menunjukkan bahwa mesin menghasilkan daya yang lebih besar dengan konsumsi bahan bakar yang lebih efisien.

Penurunan nilai SFC pada penggunaan B20+FOA dipengaruhi oleh meningkatnya kualitas pembakaran di dalam ruang bakar mesin diesel. Fuel additive membantu memperbaiki proses atomisasi bahan bakar sehingga campuran udara dan bahan bakar menjadi lebih homogen [16]. Kondisi tersebut menyebabkan pembakaran berlangsung lebih sempurna dan energi panas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara lebih optimal [17].

Pada pembebanan 75%, nilai SFC juga mengalami penurunan dari 0,309 liter/kWh menjadi 0,291 liter/kWh atau turun sekitar 5,82%. Hal ini menunjukkan bahwa FOA mulai bekerja efektif pada kondisi mesin

dengan beban menengah hingga tinggi. Semakin besar pembebanan mesin diesel, kebutuhan pembakaran menjadi lebih tinggi sehingga kualitas bahan bakar sangat memengaruhi efisiensi kerja mesin [18].

Namun, pada pembebanan 50%, nilai SFC justru meningkat dari 0,312 liter/kWh menjadi 0,329 liter/kWh. Kondisi ini dapat terjadi karena pada beban rendah temperatur ruang bakar belum cukup optimal untuk menghasilkan proses pembakaran sempurna dari campuran bahan bakar dan aditif [19]. Selain itu, pada beban rendah kebutuhan energi mesin relatif kecil sehingga pengaruh FOA belum terlihat secara signifikan [20].

Hasil tersebut menunjukkan bahwa penggunaan B20+FOA memberikan penurunan nilai SFC yang cukup signifikan pada pembebanan tinggi, khususnya pada beban 100%. Perbandingan nilai SFC antara B20 dan B20+FOA dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Tabel Perbandingan Nilai SFC

Beban	B20 (ltr/kWh)	B20+FOA (ltr/kWh)	Selisish	Persentase (%)
50%	0,312	0,329	+0,017	+5,45
75%	0,309	0,291	-0,018	-5,82
100%	0,292	0,246	-0,046	-15,75

Berdasarkan tabel tersebut, penggunaan FOA pada pembebanan 75% dan 100% mampu menurunkan konsumsi bahan bakar spesifik dibandingkan penggunaan B20

tanpa aditif. Penurunan terbesar terjadi pada beban 100% dengan efisiensi mencapai sekitar 15,75%.

Hasil penelitian ini sesuai dengan teori

yang menyatakan bahwa biodiesel memiliki kandungan oksigen lebih tinggi dibandingkan solar konvensional sehingga mampu meningkatkan kualitas pembakaran [21]. Akan tetapi, biodiesel juga memiliki viskositas dan nilai kalor yang berbeda sehingga diperlukan aditif untuk memperbaiki karakteristik pembakarannya [22].

Fuel Oil Additive diketahui mampu meningkatkan angka cetane bahan bakar sehingga waktu tunda pembakaran menjadi lebih singkat [23]. Dengan proses pembakaran yang lebih cepat dan stabil, konsumsi bahan bakar dapat ditekan dan efisiensi termal mesin meningkat [24]. Penelitian sebelumnya juga menjelaskan bahwa penggunaan fuel additive pada mesin diesel dapat membantu mengurangi pembentukan deposit karbon dan menjaga kestabilan performa injektor bahan bakar [25].

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan B20+FOA lebih efektif digunakan pada kondisi pembebanan tinggi karena mampu meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar mesin diesel dibandingkan penggunaan B20 tanpa aditif.

4. KESIMPULAN

Penambahan Fuel Oil Additive (FOA) pada bahan bakar B20 mampu meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar mesin diesel, terutama pada pembebanan menengah hingga tinggi. Nilai Specific Fuel Consumption (SFC) pada beban 75% turun dari 0,309 liter/kWh menjadi 0,291 liter/kWh atau sebesar 5,82%, sedangkan pada beban 100% turun dari 0,292 liter/kWh menjadi 0,246 liter/kWh atau sebesar 15,75%. Namun, pada beban 50% nilai SFC meningkat dari 0,312 liter/kWh menjadi 0,329 liter/kWh. Secara keseluruhan, penggunaan B20+FOA lebih efektif pada kondisi pembebanan tinggi karena mampu meningkatkan kualitas pembakaran dan menurunkan konsumsi bahan bakar mesin diesel.

5. REFERENSI

[1] Heywood JB. Internal combustion engine fundamentals. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2018.
 [2] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Program mandatori biodiesel B20 di Indonesia. Jakarta: ESDM; 2020.
 [3] Knothe G, Van Gerpen J, Krahl J. The biodiesel handbook. Urbana: AOCS Press; 2015.

[4] Lapuerta M, Armas O, Rodríguez-Fernández J. Effect of biodiesel fuels on diesel engine emissions. *Prog Energy Combust Sci.* 2008;34(2):198-223.
 [5] Agarwal AK. Biofuels applications in IC engines. *Prog Energy Combust Sci.* 2007;33(3):233-71.
 [6] Qi DH, Chen H, Geng LM, Bian YZH. Experimental studies on the combustion characteristics and performance of a direct injection engine fueled with biodiesel/diesel blends. *Energy Convers Manag.* 2010;51(12):2985-92.
 [7] Pulkrabek WW. Engineering fundamentals of the internal combustion engine. 3rd ed. New Jersey: Pearson; 2014.
 [8] Rakopoulos DC, Rakopoulos CD, Giakoumis EG. Effects of biodiesel-diesel fuel blends on diesel engine performance and emissions. *Energy Convers Manag.* 2008;49(11):3155-62.
 [9] Rizwanul Fattah IM, Ong HC, Mahlia TMI, Mofijur M, Silitonga AS, Ashrafur Rahman SM, et al. State of the art of catalysts for improving biodiesel production. *Fuel.* 2020;269:117-45.
 [10] Nabi MN, Rahman MM, Akhter MS. Biodiesel from cotton seed oil and its effect on engine performance and exhaust emissions. *Appl Therm Eng.* 2009;29(11-12):2265-70.
 [11] Hossain AK, Davies PA. Plant oils as fuels for compression ignition engines: A technical review and life-cycle analysis. *Renew Energy.* 2010;35(1):1-13.
 [12] Ramadhas AS, Jayaraj S, Muraleedharan C. Use of vegetable oils as I.C. engine fuels—A review. *Renew Energy.* 2004;29(5):727-42.
 [13] Dwivedi G, Sharma MP. Impact of biodiesel and biodiesel blends on the performance of diesel engines. *Renew Sustain Energy Rev.* 2014;33:363-78.
 [14] Sharma YC, Singh B, Upadhyay SN. Advancements in development and characterization of biodiesel. *Fuel.* 2008;87(12):2355-73.
 [15] Mofijur M, Rasul MG, Hyde J. Prospects of biodiesel from *Jatropha* in Malaysia. *Renew Sustain Energy Rev.* 2012;16(7):5007-20.

- [16] Heywood JB. Internal combustion engine fundamentals. 2nd ed. New York: McGraw-Hill; 2018.
- [17] Pulkrabek WW. Engineering fundamentals of the internal combustion engine. 3rd ed. New Jersey: Pearson; 2014.
- [18] Agarwal AK. Biofuels applications in IC engines. Prog Energy Combust Sci. 2007;33(3):233-71.
- [19] Knothe G, Van Gerpen J, Krahl J. The biodiesel handbook. Urbana: AOCS Press; 2015.
- [20] Rakopoulos DC, Rakopoulos CD, Giakoumis EG. Effects of biodiesel-diesel fuel blends on diesel engine performance and emissions. Energy Convers Manag. 2008;49(11):3155-62.
- [21] Nabi MN, Rahman MM, Akhter MS. Biodiesel from cotton seed oil and its effect on engine performance and exhaust emissions. Appl Therm Eng. 2009;29(11-12):2265-70.
- [22] Dwivedi G, Sharma MP. Impact of biodiesel and biodiesel blends on diesel engines. Renew Sustain Energy Rev. 2014;33:363-78.
- [23] Sharma YC, Singh B, Upadhyay SN. Advancements in development and characterization of biodiesel. Fuel. 2008;87(12):2355-73.
- [24] Ramadhas AS, Jayaraj S, Muraleedharan C. Use of vegetable oils as I.C. engine fuels—A review. Renew Energy. 2004;29(5):727-42.
- [25] Hossain AK, Davies PA. Plant oils as fuels for compression ignition engines: A technical review and life-cycle analysis. Renew Energy. 2010;35(1):1-13.