

Aplikasi Penggunaan Waste Methyl Ester Pada High Speed Marine Diesel Engine

Oleh:
Aguk Zuhdi MF

Abstrak

Jelantah adalah sisa penggorengan yang tidak bisa dipergunakan dan harus dibuang. Sisa penggorengan ini akan berdampak kepada lingkungan apabila tidak dioleh secara benar. Sisa penggorengan yang tidak berguna ini bisa dimanfaatkan sebagai bio-diesel. Bio-diesel tersebut bisa dipakai sebagai kompelemen minyak solar (gas oil) sebagai penggerak motor diesel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa berbagai campuran methyl ester dari jelantah dengan minyak solar tidak menurunkan kinerja mesin secara signifikan dan dapat mereduksi emisi gas buang (NO_x dan partikel smoke).

1. Pendahuluan

Bangsa Indonesia khususnya adalah pengkonsumsi makanan yang menggunakan minyak goreng sebagai pengolah makannya. Sisa penggorengan ini sudah tidak bisa dimanfaatkan lagi sebagai bahan makanan ataupun sebagai bahan-bahan yang lain. Biasanya sisa penggorengan tersebut dibuang tanpa ada manfaatnya. Bahan yang terbuang ini berdampak buruk terhadap lingkungan apabila kapasitasnya cukup besar. Melihat jumlah yang cukup besar maka minyak jenis ini akan dapat bernilai apabila dioleh dan dipergunakan sebagai bahan bakar diesel engine .

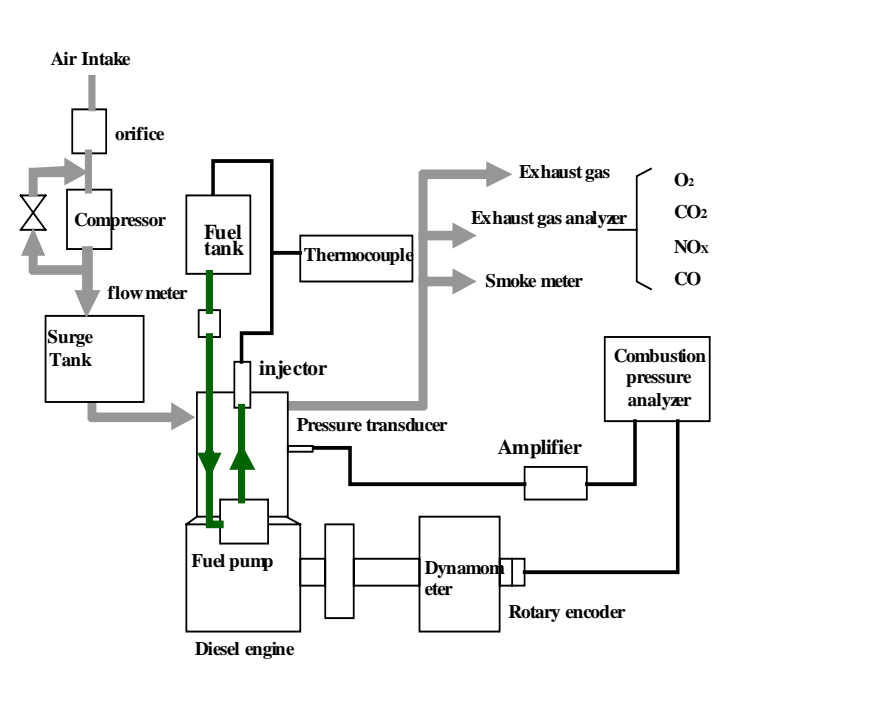
Sudah ada beberapa peneliti yang menggunakan jelantah sebagai bahan pembuat methyl ester. Reed dkk [1] menggunakan minyak jelantah kedelai, bio-diesel ini dipergunakan sebagai pencampur minyak solar sebagai bahan bakar diesel engine pada bus kota di Denver. Perubahan power tidak signifikan pengaruhnya bahkan terjadi penurunan partikel smoke. Mittelback dkk [2] telah mengkoleksi minyak jelantah dari restoran-restoran dan beberapa tempat lainnya untuk dibuat bio-diesel dan hasilnya memebrikan karakteristik tertentu dan dibandingkan dengan Rape seed methyle ester yang telah disatandardkan di Austria. Yamane dkk [3] telah mempelajari pengaruh physical dan chemical properties bio-diesel pada kinerja mesin diesel tipe direct injection.

Penelitian ini mempelajari kinerja motor diesel putaran tinggi tipe indirect injection jenis marine used dengan bahan bakar methyl ester minyak jelantah dari rape seed (waste methyl

ester). Proses pembuatan bio-diesel dipergunakan metode yang telah dikembangkan oleh Zuhdi dkk [4][5][6].

2. Metode riset dan instrumentasi.

Metode eksperimen telah digunakan untuk mempelajari unjuk kerja motor diesel. Diesel engine tipe marine used merk YANMAR – 3ESDL, 4 langkah, indirect injection engine telah digunakan untuk mempelajari kinerjanya apabila menggunakan bio-diesel. Untuk mempelajari kinerja, motor diesel diuji di engine test bad dengan menggunakan water brake dynamometer. Gambar 1 adalah engine set up dan instrumentasi dari engine test bad. Spesifikasi dari mesin dapat dilihat pada table 1. Untuk mempelajari kinerja mesin dan emisi gas buang engine juga dimodifikasi dengan menggunakan supercharger dengan tekanan sebesar 20 kpa, sedangkan injection timing divariasikan dari keadaan standard BTDC 10° CA dan BTDC 8° CA. 6 pembebanan telah dilakukan pada percobaan ini. Selain mengamati karakteristik engine juga diamati emisi gas buang. O_2 , CO, CO_2 , NO_x dan partikel smoke dicatat, dalam laporan ini hanya disampaikan NO_x dan partikel smoke saja.



Gambar 1. Engine set up dan instrumentasi

Spesifikasi	Keterangan
Merk	YANMAR 3ESDL
Type	Vertikal 4 cycle, Indirect Injection
No cylender	3
Diameter	120 mm
Langkah	135 mm
Volume Clearance	1526×3 cm ³
Compression ration	17.5
Injection timing	Before T.D.C 10°
Injection pump	Type bosch
Nozzle type	Pintle
Injection pressure	15.7 MPa

Tabel 1 Spesifikasi motor diesel

3. Bahan bakar.

Pada eksperimen ini digunakan bahan bakar methyl ester (bio-diesel) dari minyak jelantah yang bahan baku utamanya dari rape seed. Jelantah ini dikoleksi dari restoran penggorengan tempura. Dalam eksperimen digunakan campuran mulai 10, 20 dan 50 % volume bio-diesel dengan minyak solar (gas oil). Karakteristik dari kedua bahan bakar dapat dilihat pada table 2. Dalam pencampuran bahan bakar digunakan mixer type DCA KME II. Dalam pencampuran bahan bakar di mixer selama lebih kurang 10 menit dan bahan bakar tidak mengalami sparation.

Properties	Unit	Jelantah methyl ester	Gas oil
Density	Kg/m ³	895.3	833
Kinematics Viscosity	cSt at 30°C	9.48	2.8
Lower calorific value	MJ/kg	36.7	42.7
Cetane index	°C	53	58
Flash pint	Wt%	192	59
Carbon	Wt%	77.1	86.1
Hydrogen	Wt%	13.9	13.1
Oxygen	Wt%	9	0.14
Sulpur	Wt%	0.002	0.05
Water	Wt%	0.11	0

Tabel 2 Physical dan chemical properties dari bahan bakar^[3].

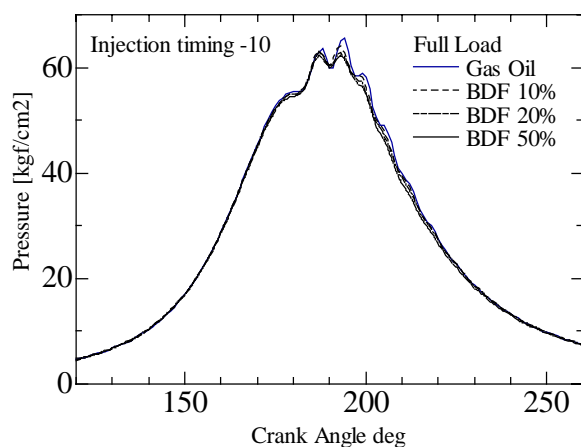
4. Analisa Hasil Percobaan

Pada hasil percobaan ini disampaikan dua masalah utama yaitu kinerja mesin dan gas buang yang diemisikan. Kinerja mesin dan emisi gas buang juga dipelajari dengan memperlambat

penginjeksian bahan bakar. Tujuan utama dari memperlambat penginjeksian adalah untuk mereduksi NO_x dan juga mempelajari pengaruhnya terhadap partikel smoke yang diproduksinya.

4.1 Unjuk Kerja Motor Diesel.

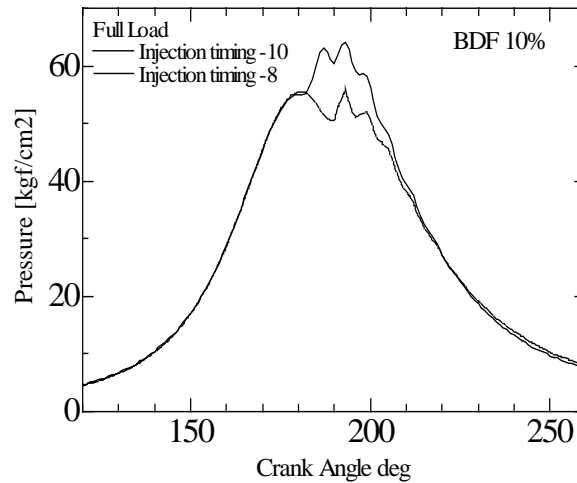
Combustion pressure dipengaruhi oleh peningkatan pembebanan dan juga perubahan komposisi bahan bakar. Dengan memperlambat waktu penginjeksian bahan bakar juga berpengaruh pada combustion pressure. Penambahan beban akan meningkatkan tekanan pembakaran pada ruang bakar, namun kenaikan tekanannya tidak terlalu tinggi. Kalau dilihat dari trend yang dialami maka proses pembakaran terkendalinya semakin besar. Komposisi bahan bakar sedikit sekali pengaruhnya terhadap kenaikan tekanan pembakaran pada ruang bakar. Pada injection timing BTDC 10°CA perbedaannya hamper tidak nampak, untuk BTDC 8°CA walaupun perbedaannya sedikit namun dapat dilihat perbedaannya. Penambahan komposisi bio-diesel akan meningkatkan proses pembakaran cepat. Gambar 2 adalah Combustion pressure dari berbagai bahan bakar pada beban penuh.



Gambar 2. Proses tekanan pembakaran dengan variasi bahan bakar pada beban penuh.

Gambar 3 adalah perbedaan tekanan pembakaran pada proses pembakaran di ruang bakar. Dengan memperlambat waktu penginjeksian maka tekanan

pembakaran akan menurun. Gambar 3 ini contoh karakteristik tekanan pembakaran pada diesel engine yang menggunakan 10/90 % volume dari bio-diesel dan minyak solar (selanjutnya disebut sebagai BDF 10%).



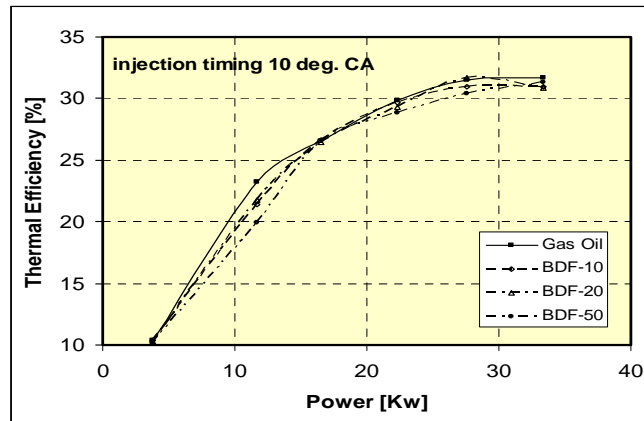
Gambar 3. Tekanan pembakaran dari BDF 10% dengan variable waktu penginjeksian pada beban penuh.

Efisiensi termal juga sedikit mengalami penurunan. Penambahan komposisi BDF juga menurunkan efisiensi termalnya. Pada penggunaan injection timing standard (BTDC 10°CA) BDF 10% menurunkan efisiensi rata-rata sebesar 2.03 %. Untuk BDF 20% sebesar rata-rata 1.85% dan BDF 50% sebesar rata-rata 3.9%. Memperlambat penginjeksian juga menurunkan efisiensi termal. Kalau di hitung berdasarkan minyak solar maka BDF 10 % mengalami penurunan sebesar 1.07 % pada injection timing BTDC 8°CA . BDF 20% menurun rata-rata sebesar 1.25, BDF 20% sebesar 1.05% dan untuk BDF 50% sebesar 1.98%. Gambar 4 adalah contoh efisiensi termal dari diesel engine dengan variabel bahan bakar pada waktu penginjeksian BTDC 10°CA .

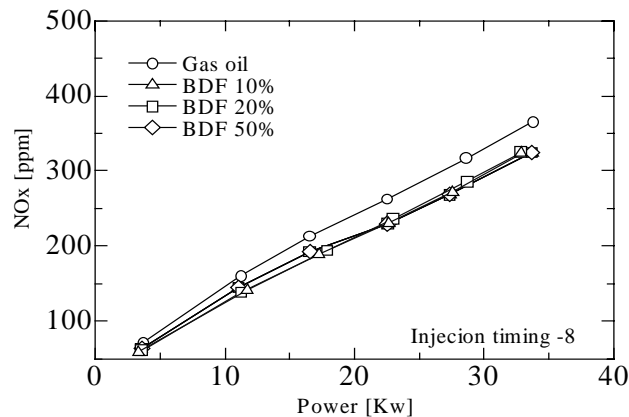
4.2. Emisi Gas Buang

Emisi gas buang memberikan hasil yang cukup signifikan untuk mereduksi NO_x dan Smoke partikel. Penggunaan bio-diesel sebagai komplement minyak solar dapat menurunkan secara baik, bahkan dengan memperlambat penginjeksian juga dapat menurunkan NO_x secara bagus. Dengan menggunakan

BDF 10% dapat menurunkan NO_x rata-rata sebesar 10.12% sedangkan BDF 20% penurunan rata-ratanya adalah 9.9% dan BDF 50% dapat menurunkan NO_x sebesar 10.45%. Gambar 5 adalah contoh grafik NO_x fungsi power output.



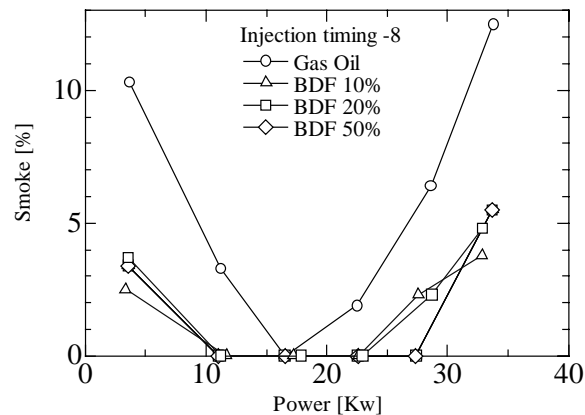
Gambar 4 Efisiensi termal dari berbagai bahan bakar pada injection timing BTDC 10°C



Gambar 5 NO_x Vs daya pada injection timing BTDC 8°C

Memperlambat waktu penginjeksian juga memberikan hasil yang cukup signifikan. BDF 10% dapat menurunkan NO_x rata-rata sebesar 32.66% dan BDF 20% penurunan rata-ratanya adalah 28.36%, sedangkan BDF 50% dapat menurunkan rata-rata sebesar 31.6%. Partikel smoke juga tidak merupakan problem pada penggunaan bahan bakar bio-diesel. Perlambatan penginjeksian juga tidak mempengaruhi secara signifikan terhadap produk partikel smoke. Dengan menggunakan bahan bakar solar, partikel smoke semakin buruk sebesar rata-rata 52.44%, sebaliknya dengan menggunakan bio-diesel partikel smoke

masih lebih baik berturut-turut 53.66%, 41.46% dan 32.9% untuk BDF10%, BDF 20% dan BDF 50%. Meskipun apabila dengan penggunaan injection timing standard sedikit lebih buruk namun apabila dibandingkan dengan minyak solar masih jauh lebih baik. Gambar 6 adalah contoh grafik dari partikel smoke pada waktu penginjeksian BTDC 8°CA . Nampak sekali perbedaannya antara penggunaan bahan bakar solar dengan bio-diesel.



Gambar 6 Partikel smoke pada injection timing BTDC 8° CA

Dengan hasil yang telah disampaikan seperti diatas maka baik NOX dan partikel smoke dapat diturunkan dengan menggunakan bahan bakar bio-diesel dari minyak jelantah rape seed. Pemanfaatan kembali jelantah sebagai bahan bakar diesel engine dapat diwujudkan sekaligus dapat memberikan dampak lingkungan yang lebih baik. Limbah jelantahnya sendiri dapat dieliminir sekaligus emisi gas buang dari disel engine dapat diturunkan.

Kesimpulan.

Penggunaan jelantah dari rape seed sebagai bahan baku bio-diesel telah diaplikasikan pada motor diesel putaran tinggi tipe indirect injection. Dalam serangkaian percobaan telah menghasilkan karakteristik yang positif apabila dibandingkan dengan bahan bakar solar.

Ditilik dari tekanan proses pembakaran pada bahan bakar bio-diesel tidak nampak perbedaannya yang cukup berarti. Perlambatan waktu penginjeksian menurunkan tekanan proses pembakarannya. Penggunaan bio-diesel juga menurunkan efisiensi termal, namun penurunannya tidak terlampau besar perbedaannya. Penurunan efisiensi termal ini diakibatkan

proses pembakaran terkendali lebih panjang sehingga ada sebagian bahan bakar yang belum sempat terbakar karena periode pembakarannya terlalu panjang.

NO_x dan partikel smoke dapat diturunkan secara efektif baik dengan menggunakan variabel campuran bahan bakar maupun dengan memperlambat waktu penginjeksian bahan bakar. Dengan demikian penggunaan jelantah sebagai bahan bio-diesel sekaligus dapat memberikan dampak ganda yaitu memanfaatkan kembali bahan yang tidak berguna menjadi bahan bakar yang lebih ramah terhadap lingkungan.

REFERENSI

1. Reed TB, Graboski MS, Gaur S [1992] "Biodiesel from waste vegetable oils" International Pyrolysis Conference.
2. Mittelbach M, Pokits B and Silberholz A [1993] "Production and Fuel Properties of fatty Acid methyl ester From Used Frying Oil" Karl-Franzens Universität Graz, Austria.
3. Yamane K, Ueta A and Shimamoto Y [2001] "Influence of Physical and Chemical Properties of biodiesel fuels on Injection, Combustion and exhaust emission characteristics in a Direct Injection Compression Ignition Engine" Int. J Engine Research Vol 2 No 4.
4. Zuhdi MFA, Gerianto I, Hashimoto M and Dan T [2002] "The Characteristics of castor Oil as a bio-diesel fuel and its effects on the diesel engine's performance" The 68th Annual meeting of Japan Institution of Marine Engineering, November 20-22 (to be presenting)
5. Zuhdi MFA, Gerianto I dan Budiono T [2002] "Produksi dan Karakteristik Bio-diesel Serta Teknik Pencampurannya dengan Minyak Solar (Gas Oil)" (to be presenting in this meeting)
6. Zuhdi MFA [2001] "Biodiesel sebagai alternative pengganti bahan bakar fosil pada motor diesel" laporan kemajuan RUT VIII.1 Tahun 2001 dan Rencana kerja RUT VIII.2 tahun 2002.