

**PEMANFAATAN LIMBAH KILANG MINYAK MFO 1000 cSt YANG DIENCERKAN  
DENGAN SOLAR, SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF PENGGANTI SOLAR  
PADA DRY KILN INDUSTRI KECIL GARAM DESA KALIORI KABUPATEN  
REMBANG JAWA TENGAH**

**Ilyas Rochani**

Jurusan Teknik Mesin, Program Studi Teknik Konversi Energi,  
Politeknik Negeri Semarang  
e-mail : ilyas\_r2006@yahoo.co.id

**ABSTRACT**

*The main objective of this research is the replacement of diesel fuel getting more expensive with fuel from waste oil refinery MFO 1000 cSt is diluted with diesel fuel, as an alternative fuel in the boilers at the refinery has greater economic value. The research was done by making test equipment test equipment consists Framework for placement of bathtub mixer, electric motor driving a propeller stirrer, electric motor driving the fuel pump, pressure gauge with pressure regulating valve on the back side of the fuel flow, 2 ( two) Solenoid valves are installed before nozzle, Nozzle with 80o spray angle, spray the measuring length and Box Panel. Mixing fuel with a 50% variation, 60%, 70%, 80% MFO with Solar. Mixing is done on bathtub mixer to get the fuel pour point. The mixture of oil then flows by gravity to a pump sprayer bakar.dan material sprayed through a Nozzle, with fuel pump pressure variations from 5 bar to 13 bar. Visually seen fog on the long end of the Nozzle and spray results showed that 80% of oil mixed with 20% MFO Solar at 11 bar pressure spray along the length of 1.35 m. Results of this fuel mixture was tested in Oil Fired Boilers Fulton type E 30's(Furnace like as Dry Kiln) in the lab with Energy Conversion Engineering Polytechnic of Semarang. By using the boiler combustion efficiency chart and instrumentation, fuel pressure is 7 bar Diesel combustion efficiency obtained was 77%, while using a mixture of petroleum combustion efficiency of 77.50%. From these results it can be concluded that by using a mixture of oil, combustion efficiency is better than using diesel fuel. oil mixed with 80% MFO Solar Solar 20%, can be used as a substitute for diesel fuel with more economical price.*

**Keywords:** *Combustion Efficiency Boilers, Oil 1000 cSt MFO Mixed by Solar, Long spray.*

**ABSTRAK**

*Tujuan utama dari penelitian ini adalah penggantian bahan bakar solar yang semakin mahal dengan bahan bakar dari limbah kilang minyak MFO 1000 cSt yang diencerkan dengan solar, sebagai bahan bakar alternatif pada Dry Kiln Industri Kecil Garam yang lebih mempunyai nilai ekonomis. Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan alat uji yang terdiri Rangka alat uji untuk penempatan dari bak pencampur, motor listrik penggerak baling-baling pengaduk, motor listrik penggerak pompa bahan bakar, alat ukur tekanan yang disertai katup pengatur tekanan pada sisi balik aliran bahan bakar, 2 (dua) buah katup Solenoid yang dipasang sebelum nozzle, Nozzle dengan sudut semprotan 80°, pengukur panjang semprotan dan Box Panel. Pencampuran bahan bakar dengan variasi campuran 50%, 60%, 70%, 80% MFO dengan Solar. Pencampuran ini dilakukan pada bak pencampur untuk mendapatkan titik tuang bahan bakar tersebut. Kemudian minyak campuran ini mengalir secara gravitasi ke pompa penyemprot bahan bakar.dan disemprotkan melalui Nozzle, dengan variasi tekanan pompa bahan bakar mulai 5 Bar sampai 13 Bar. Secara visual dilihat pengabutan pada ujung Nozzle dan panjang semprotan Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak campuran 80% MFO dengan 20% Solar pada tekanan 11 Bar mendapatkan panjang semprotan sepanjang 1,35 m. Hasil campuran bahan bakar ini diuji di Oil Fired Boiler Fulton tipe E 30( ruang bakarnya mirip dengan Dry Kiln) yang ada di Laboratrium Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Semarang. Dengan menggunakan combustion efisiensi chart dan boiler instrumentation, bahan bakar Solar dengan tekanan 7 Bar didapatkan efisiensi pembakaran adalah 77 %, sedangkan dengan menggunakan minyak campuran efisiensi pembakaran 77,50 %. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan minyak campuran, efisiensi pembakaran lebih baik dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar. Sehingga minyak campuran 80% MFO dengan Solar 20% Solar, dapat digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar dengan harga lebih ekonomis.*

**Kata kunci:** *Effisiensi Pembakaran Boiler, Minyak Campuran MFO 1000 cSt dengan Solar, Panjang semprotan.*

## 1. PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu faktor utama untuk menggerakkan roda pembangunan. Ketersediaan energi yang berkesinambungan merupakan hal penting dalam menjamin keberlanjutannya pembangunan. Indonesia memiliki cadangan energi fosil berupa minyak dan gas bumi maupun batubara. Cadangan potensi minyak bumi mencapai 10 milyar barrel dan gas bumi sebesar 180 trilyun kaki kubik. Dalam kenyataannya Indonesia menjadi negara importir minyak bumi, ini merupakan suatu hal yang tak dapat dipungkiri lagi. Bulan Maret 2004 jumlah minyak yang diimpor untuk keperluan bahan bakar minyak (BBM) dalam negeri sekitar 484.000 barrel/hari sudah melampaui jumlah minyak yang bisa diekspor sekitar 448.000 barrel/hari, bulan April impor meningkat menjadi 503.000 barrel/hari dan yang bisa diekspor turun menjadi 413.000 barrel/hari. Cadangan minyak mentah Indonesia saat ini diperkirakan tinggal 4,2 milyar barrel. Dengan tingkat konsumsi 3 liter per kapita per hari, cadangan minyak diprediksi akan habis pada tahun 2024.

Cadangan minyak mentah Indonesia hanya sedikit dibandingkan dengan negara-negara kaya minyak seperti Arab Saudi yang memiliki cadangan minyak mentah 300 milyar barrel dan Norwegia sebesar 200 milyar barrel.

Cadangan minyak mentah Indonesia diprediksi dapat ditingkatkan menjadi 50 milyar barrel, tetapi dibutuhkan teknologi tinggi dan investasi yang sangat besar.

Ketergantungan energi nasional pada bahan bakar minyak masih tinggi. Permintaan BBM dalam negeri jumlahnya terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk. Dengan asumsi rata-rata pertumbuhan penduduk sekitar 1,05% per tahun, pertumbuhan PDRB sebesar 6,49% dan tingkat pertumbuhan konsumsi energi 6%, maka diperlukan penyediaan energi pada tahun 2014 sebesar 1,539 juta SBM. Saat ini terjadi ketidak seimbangan antara produksi minyak bumi yang terus menurun dan konsumsi BBM domestik yang terus meningkat (ekuivalen 1.038 barrel per hari pada tahun 2008, sekitar 54% konsumsi BBM untuk sektor transportasi). Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan BBM dalam negeri harus diimpor. Besaran impor BBM masih cukup besar sebagaimana tertuang dalam neraca minyak termasuk BBM tahun 2008 dimana ekspor sebesar 37% dan impor 63%. Untuk mengantisipasi hal tersebut, pemerintah dan masyarakat perlu mengupayakan diversifikasi energi atau mencari alternatif lain dan segera mensosialisasikan kampanye hemat energi guna mengurangi ketergantungan kepada bahan bakar fosil. Penggunaan bahan bakar solar dicampur dengan minyak nabati sebesar 30 % yang menghasilkan Bio Diesel B 30 mempunyai nilai kalor yang rendah, dibandingkan dengan Solar, walaupun lebih ramah lingkungan. Sedangkan penggunaan bahan bakar gas, memang lebih bersih dibandingkan dengan menggunakan pembakaran dengan bahan bakar Solar, hanya dalam penyimpanan gas dalam jumlah yang besar tentunya memerlukan standar pengamanan yang sangat ketat, karena gas adalah bahan yang mudah meledak atau explosive.

Minyak solar merupakan salah satu bahan bakar yang sering digunakan dalam proses pembakaran, dengan semakin mahalnya bahan bakar solar, maka pemakaian minyak solar sebagai bahan bakar menjadi kurang ekonomis. Maka perlu dibuat bahan bakar alternatif yang lebih ekonomis sebagai pengganti minyak solar pada proses pembakaran. Bahan bakar alternatif ini dibuat dari campuran MFO dengan kekentalan (viscositas) 1000 cst yang merupakan limbah kilang minyak dengan minyak solar sebagai pengencer. Minyak campuran ini memiliki perbedaan sifat dengan minyak solar. Maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh perbedaan sifat minyak campuran terhadap panjang semprotan dan pembakaran. Dari penelitian Cahyadi dan Bambang (2009) didapatkan bahwa bahan bakar alternatif dapat menggantikan minyak solar sebagai bahan bakar adalah minyak campuran dengan persentase MFO maksimal 40% basis volume. Sauter Mean Diameter MFO 20, MFO 30, dan MFO 40 pada tekanan pompa 11 bar, lebih besar dibandingkan dengan minyak solar bertekanan 9 bar masing-masing sebesar 5%, 15%, dan 25%. Sudut semprotan MFO 20, MFO 30, dan MFO 40 pada tekanan pompa 11 bar, lebih kecil dibandingkan minyak solar bertekanan 9 bar masing-masing sebesar 6%, 12%, dan 27%. Penambahan MFO pada minyak solar mengakibatkan semprotan dan nyala api menjadi lebih panjang.

Oil Fired Boiler Fulton Type E 30 merupakan Boiler tegak dengan lorong api yang panjang. Sehingga panjang semprotan bahan bakar dan nyala api sangat diperlukan untuk memperluas daerah radiasi, sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pembakaran pada Boiler. Gambar Oil Fired Boiler seperti pada gambar dibawah ini.



**Gambar 1. Oil Fired Boiler Fulton Type E30**

Kilang minyak menyiapkan sendiri Fuel Oil untuk operasional, baik untuk pembakaran di dapur-dapur Kilang maupun di boiler. Fuel Oil di Kilang RU-V Balikpapan adalah merupakan campuran antara Vacuum Residue dengan Long Residue yang kurang mempunyai nilai ekonomis dan kemudian ditambahkan diluent

berupa distillate (Gas Oil dan/atau Net Bottom Fractionator ex HCC) yang relatif mahal untuk mengatur viscosity nya agar sesuai yang diharapkan.

Efisiensi pembakaran dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah kualitas fuel oil yang digunakan. Salah satu parameter Fuel Oil dalam pembakaran adalah droplet size fuel yang terbentuk selama terjadi proses pembakaran. Semakin tinggi viskositas suatu fuel oil, maka droplet size fuel yang terbentuk akan semakin besar. Hal ini akan menghasilkan pembakaran yang buruk. Heavy Fuel Oil (HFO) memiliki viskositas yang tinggi, sehingga untuk dapat digunakan sebagai bahan bakar pada boiler atau furnace memerlukan diluent agar dapat memenuhi spesifikasi bahan bakar yang dibutuhkan.

Heavy fuel atau MFO 1000 cst pada kilang minyak termasuk limbah yang harus di proses kembali dengan biaya yang mahal (cost center), sesuai dengan paradigma yang baru, yaitu dari cost center diubah menjadi resources (sumber), dengan cara sebagai bahan bakar alternatif pengganti light (solar) pada boiler di kilang minyak.

Untuk hal tersebut, maka diperlukan suatu proses pencampuran antara MFO 1000 cst dengan solar untuk mendapatkan bahan bakar alternatif pengganti solar yang harganya semakin mahal.

Hal ini akan mendapatkan keuntungan yang lebih besar dalam proses pengilangan, karena dapat memanfaatkan limbah yaitu limbah minyak serta ikut menjaga kondisi lingkungan di sekitar Kilang Minyak. Tujuan penelitian ini adalah melakukan penggantian bahan bakar solar yang semakin mahal dengan memanfaatkan limbah kilang minyak MFO 1000 cSt yang diencerkan dengan solar, sebagai bahan bakar alternatif pada Dry Kiln yang lebih mempunyai nilai ekonomis.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental, dengan Variabel yang ditetapkan adalah minyak campuran 50% MFO 1000 cst limbah kilang minyak dengan 50% Solar, campuran 60% MFO 1000 cst limbah kilang minyak dengan 40% Solar, campuran campuran 70% MFO 1000 cst limbah kilang minyak dengan 30% Solar, 80% MFO 1000 cst limbah kilang minyak dengan 20% Solar, dan dengan variasi tekanan dari 1 bar sampai 13 Bar, sedangkan variabel terikatnya adalah panjang semprotan dan efisiensi pembakaran pada Boiler.

Langkah-langkah penelitian dilakukan sebagai berikut

### 2.1. Pembuatan Instalasi Peralatan Pengujian

Gambar peralatan pengujian seperti pada gambar di bawah ini



Gambar 2. Instalasi peralatan pengujian

2.1.1. Pembuatan rangka dari besi siku tempat dudukan Drum dengan kapasitas 80 liter, Motor Listrik 1 HP sebagai penggerak pengaduk campuran bahan bakar, Motor Listrik 1,5 HP sebagai penggerak pompa bahan bakar, pompa bahan bakar dan nozel dengan sudut sebaran  $80^\circ$  kapasitas 30 liter per jam.

2.1.2. Mixer, untuk melakukan pencampuran antara MFO 1000 cst limbah kilang minyak dengan Solar .

2.1.3. Alat ukur Tekanan Bahan Bakar.

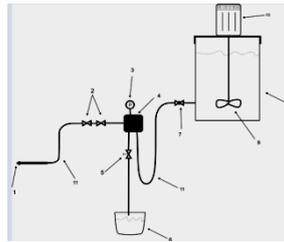
2.1.4. Katup Pengatur Tekanan

2.1.5. Bak Penampung buangan minyak campuran.

2.1.6. Pompa Bahan Bakar

2.1.7. Solenoid valve sebanyak 2 (dua) unit.

2.1.8. Nozle dengan sudut semprotan  $80^\circ$ .



Gambar 3. Skematik Instalasi peralatan pengujian

Keterangan : (1) Nozzle, (2) Solenoid valve, (3) Pressure gauge, (4) Gear pump, (5) Regulator valve, (6) Bak penampung, (7) Ball valve, (8) Mixer drum, (9) Pengaduk, (10) Motor pengaduk, (11) Hose.

## 2.2. Prosedur Pengujian.

Uji yang dilakukan meliputi uji karakteristik panjang semprotan minyak campuran, dengan langkah-langkah sebagai berikut:

### 2.2.1. Persiapan.

Pengecekan instalasi pengujian, mempersiapkan bahan bakar MFO 1000 cst dan solar, alat ukur, serta peralatan lainnya yang digunakan untuk pencatatan data.

### 2.2.2. Pelaksanaan pengujian.

Langkah ini dilakukan untuk pengambilan data, adapun parameter yang dalam pengujian ini adalah tekanan pada bahan bakar solar dan minyak campuran, serta mendapatkan semprotan yang paling maksimum.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Panjang Semprotan dan panjang nyala api.

Pengaruh tekanan terhadap panjang semprotan dan panjang nyala api bahan bakar Solar dan bahan bakar minyak campuran antara Solar dengan MFO 1000 cst dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini

**TABEL 1. PANJANG SEMPROTAN DAN NYALA API BAHAN BAKAR SOLAR**

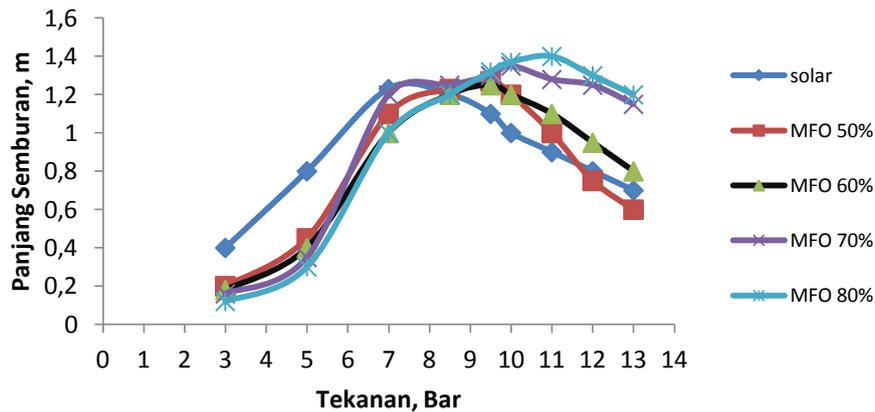
NO	TEKANAN (Bar)	PANJANG SEMPROTAN (Meter)	PANJANG NYALA API (Meter)
1	5	 0,5 meter	TIDAK MENYALA
2	7	 1,25 meter	
3	9	 1,2 meter	

TABEL 2. PANJANG SEMPROTAN DAN NYALA API BAHAN BAKAR SOLAR

NO	TEKANAN (Bar)	PANJANG SEMPROTAN (Meter)	PANJANG NYALA API (Meter)
1	5	 0,30 meter	TIDAK MENYALA
2	7	 1,10 meter	
3	9	 1,20 meter	
4	11	 1,45meter	
5	13	 1,30 meter	

### 3.2. GRAFIK TEKANAN VERSUS PANJANG SEMPROTAN

Kemudian dari tabel-tabel pada sub bab sebelumnya, dibuat gambar grafik Pengaruh tekanan terhadap panjang semprotan seperti gambar dibawah ini.



Gambar 3. Tekanan versus panjang semprotan.

Seluruh kurva menunjukkan tren yang sama, dimana dengan menambahkan prosentase MFO 1000 cst limbah kilang minyak kedalam minyak campuran, panjang semprot akan bertambah panjang dengan bertambahnya tekanan hingga mencapai titik optimum (puncak), kemudian menurun dan semakin besar prosentase MFO 1000 cst pada minyak campuran, titik optimum yang dicapai akan bergeser kearah kanan.

Selanjutnya untuk mendapatkan efisiensi pembakaran, minyak campuran dengan composisi campuran 50 % MFO 1000 cst, 60 % MFO 1000 cst, 70 % MFO 1000 cst dan 80 % MFO 1000 cst masing- masing diuji cobakan sebagai bahan bakar pengganti solar pada pembakaran di Oil Fired Boiler Fulton Tipe E 30.

Pengukuran Effisiensi ini menggunakan COMBUSTION EFFICIENCY CHART dan peralatan ukur yang tersedia pada Oil Fired Boiler Fulton Tipe E 30, seperti terlihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. Boiler Instrumentation.

Cara pengukuran Effisiensi pembakaran dengan menggunakan COMBUSTION EFFICIENCY CHART dan Boiler Instrumentation adalah sebagai berikut:

1. Ambil sample gas buang dengan menggunakan alat pompa pengisap seperti terlihat pada gambar diatas, dengan cara memencet bola karet pada pompa pengisap sebanyak 18 (delapan belas) kali.
2. Sample gas buang kemudian dimasuk pada alat CO<sub>2</sub> absorber yang berada pada Boiler Instrumentation, dan akan terukur prosentase kadar CO<sub>2</sub>.
3. Dilihat temperatur cerobong (stack temperature) dengan alat ukur digital temperatur cerobong yang berada pada Boiler Instrumentation.

Dengan menggunakan Combustion Efficiency Chart, akan didapatkan Effisiensi Pembakaran, seperti pada tabel dibawah ini:



Gambar 5. Combustion Chart dan Pompa pengisap.

Tabel 3. Effisiensi Pembakaran

No	Bahan Bakar	Temperature Stack ( $^{\circ}\text{C}$ )	% $\text{CO}_2$	Effisiensi (%)
1	Solar	290	10	77
2	50% Solar – 50% MFO	315	8	71
3	40% Solar – 60% MFO	345	10	73
4	30% Solar – 70% MFO	360	11	75
5	20% Solar – 80% MFO	370	13	77,5

#### 4. KESIMPULAN

- Makin besar prosentase MFO 1000 cst limbah kilang dalam minyak campuran dan makin tinggi tekanan, makin panjang semprotan bahan bakar. Campuran 80% MFO 1000 cst limbah kilang minyak pada minyak campuran, tekanan 11 Bar didapatkan panjang semprotan 1,35 m.
- Campuran 80% MFO 1000 cst limbah kilang minyak pada minyak campuran, dengan menggunakan combustion effisiensi chart dan boiler instrumentation, didapatkan effisiensi pembakaran sebesar 77,50 %. Sedangkan menggunakan bahan bakar solar, effisiensi pembakaran 77 %. Hal ini karena nilai kalor minyak campuran lebih tinggi dari pada nilai kalor solar (hasil uji di lab. Motor Bakar Universitas Brawijaya Malang), Maka minyak campuran 20 % solar dengan 80 % MFO 1000cst, dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar yang lebih murah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Azzopardi, B. J. (1991), "Atomization Fundamentals", Department of Chemical Engineering, University of Nottingham.
- Bae, C. dan Kang, J. (2000), "Diesel Spray Characteristics of a Common-Rail VCO Nozzle Injector", Proc. Thermofluidynamic Processes in Diesel Engines (THIESEL), hal. 57-66.
- Baumgarten, C., (2006), "Mixture Formation in Internal Combustion Engines", Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany.
- Binesh, A.R. dan Hossainpour, S. (2008), "Three Dimensional Modelling of Mixture Formation and Combustion in a Direct Injection Heavy-Duty Diesel Engine", Proceeding of World Academy of Science, Engineering and Technology Volume, hal. 207.
- Cahyadi dan Bambang. 2009. Studi Eksperimental Pengaruh Komposisi MFO-Minyak Solar Terhadap Perubahan Karakteristik Semprotan dan Pembakaran. <http://digilib.its.ac.id>
- Heywood, J. B. (1988), "Internal Combustion Engine Fundamentals", McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- Hwang, J.S., HA, J.S. dan No, S. Y. (2003), "Spray Characteristics of DME in Conditions of Common Rail Injection System", International Journal of Automotive Technology, Vol. 4, No.3, hal. 119.
- Khusna, D. (2009), "Karakteristik Semprotan Menubuk Dinding Piston Tipe Mexican-Hat dengan Bahan Bakar Biodiesel dalam Ruang Bakar Bertekanan", Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Senecal, P.K., Schmidt, D.P., Nouar, I., Rutland, C.J., Reitz, R.D. dan Corradin M.L. (1999), "Modeling High-Speed Viscous Liquid Sheet Atomization", International Journal of Multiphase Flow, Vol. 25, hal.1073-1097.
- Syukran dan Suryadi. 2007. Estimasi Penghematan Biaya Operasi PLTU dengan Cara Penggantian Bahan Bakar. JURNAL TEKNIK MESIN Vol. 9, No. 2, pp: 59 – 66.