

## **Analisis Tinggi dan Temperatur Api pada Pembakaran Premixed Campuran Minyak Solar Murni dan Fame (Fatty Acid Methyl Ester)**

Defmit B. N. Riwu, Jack C. A. Pah, Adi Y. Tobe, Wagimin  
Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana  
Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597  
E-mail: defmitriwu@yahoo.com

### **ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan dengan membakar campuran minyak solar murni dan minyak FAME (Fatty Acid Methyl Ester) dengan prosentase campuran solar murni (80%, 90%, dan 95%) dan minyak FAME (20%, 10%, dan 5%) secara premixed. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa semakin besar prosentase minyak FAME yang ditambahkan maka tinggi api dan temperatur api menurun, meski penurunannya tidak terlalu signifikan. Pada prosentase minyak solar murni dan FAME (Solar 95% - FAME 5%) Pada debit udara 350 ml/min dengan equivalence ratio 1.571 pada prosentase minyak solar 95% - FAME 5%, 1.535 pada prosentase minyak solar 90% - FAME 10% dan 1.462 pada prosentase minyak solar 80% - FAME 20%. Hubungan prosentase minyak solar dan FAME terhadap temperatur pada dua titik pengambilan temperatur yaitu bagian ujung api dan bagian tengah dekat ujung burner. Terlihat bahwa semakin besar prosentase minyak FAME maka semakin kecil temperatur apinya.

### **ABSTRACT**

*This research was conducted by burning a mixture of pure diesel oil and FAME (Fatty Acid Methyl Ester) oil with the percentage of a mixture of pure diesel (80%, 90%, 95%) and FAME oil (20%, 10%, 5%) premixed. Based on the research results was found that the greater the percentage of FAME oil added, the fire height and temperature decreased, although the decrease was not too significant. At the percentage of pure diesel oil and FAME (Solar 95% - FAME 5%) at the airflow rate of 350 ml/min with an equivalent ratio of 1,571 at the percentage of diesel oil 95% - FAME 5%, 1,535 at the diesel oil 90% - FAME 10% and 1,462 at 80% of diesel oil - FAME 20%. The relationship between the percentage of diesel oil and FAME against the temperature at two temperature taking points is defined. As shown at the end of the flame and the center near the end of the burner. It can be seen that the greater the percentage of FAME oil, the smaller the flame temperature.*

*Keywords: Premixed combustion, pure diesel oil, FAME, equivalence ratio, fire temperature, flame height.*

### **PENDAHULUAN**

Dengan bertambahnya jumlah populasi manusia dan perkembangan zaman dalam dunia industri yang semakin meningkat. Mengakibatkan Indonesia krisis energi. Salah satu bahan bakar minyak (BBM) yang penting bagi manusia adalah solar. Biodiesel merupakan inovasi baru dari pemerintah [1]. Biodiesel merupakan campuran solar dan minyak nabati. Masalah utama yang dihadapi akibat pemakaian minyak nabati sebagai bahan bakar pada mesin diesel adalah rendahnya efisiensi termal dan tingginya opasitas gas buang jika dibandingkan

dengan solar. Namun belum ada penelitian tentang karakteristik pembakaran pada minyak solar dan FAME. Oleh sebab itu, butuh pengujian pembakaran tentang minyak solar murni dengan campuran minyak FAME (*fatty acid methyl ester*).

Proses pembakaran sendiri adalah suatu reaksi kimia antara bahan bakar dengan oksidator atau udara yang berlangsung secara cepat yang menghasilkan panas dan cahaya. Menggunakan minyak solar dan FAME dalam pembakaran *premixed*, maka perlu mengubah fasa minyak, dari fase cair menjadi fase gas, sehingga jarak antar molekul bahan bakar

menjadi besar dan kemudian dicampur dengan molekul – molekul udara di ruang bakar dan menjadi reaktan kemudian di berikan energi aktivasi sehingga dapat menghasilkan pembakaran *premixed*.

Penelitian tentang pembakaran *premixed* minyak nabati telah banyak dilakukan. Pembakaran *premixed* minyak nabati pada *perforated burner* telah diteliti oleh Wirawan (2014) [2]. Pada variasi *equivalence ratio* dapat mempengaruhi pola api dalam pembakaran *premixed* minyak jarak pagar dan udara. Dalam hal ini massa alir udara adalah konstan dan dapat mempengaruhi perubahan *equivalence ratio* ( $\varphi$ ) [3].

Penelitian tentang solar dan minyak nabati juga telah dilakukan. Penelitian tentang Karakteristik Dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Solar Dengan Minyak Kemijen Pada Motor Diesel. Hasil pengujian diketahui bahwa: (1) karakteristik minyak kemiri, minyak wijen memenuhi karakteristik bahan bakar; (2) campuran bahan bakar minyak solar 80% dengan minyak kemiri 10% dan minyak wijen 10% menghasilkan karakteristik yang lebih baik; dan (3) konsumsi bahan bakar terhadap putaran mesin 1600 rpm, 2000 rpm, dan 2300 rpm yang lebih stabil pada campuran bahan bakar minyak solar 80% dengan minyak kemiri 10% dan minyak wijen 10% masing-masing SFC yang diperoleh sebagai berikut 0.279882, 0.288938, dan 0.281213 [5].

Penambahan minyak FAME terhadap minyak solar bertujuan untuk mengetahui karekteristik nyala api melalui temperatur dan tinggi api pada pembakaran *premixed*. Minyak FAME sendiri merupakan minyak nabati (kelapa sawit) yang sudah melalui proses transesterifikasi. Dimana proses transesterifikasi adalah pemotongan rantai kimia dengan alkali kadang ditambahkan dengan katalis asam dan basa.

Dalam penelitian ini prosentase campuran bahan bakar yaitu (Solar 95%: FAME 5%), (Solar 90% : FAME 10%), (Solar 80 % : FAME 20%). Menambahkan debit udara dengan keadaan STP.

Untuk menghitung rasio udara-bahan bakar atau AFR. Dimana AFR merupakan

perbandingan massa udara terhadap massa bahan bakar.

Untuk menghitung  $AFR_{aktual}$  menggunakan rumus:

$$AFR_{aktual} = \frac{M_{udara}}{M_{bahan\ bakar}}$$

$$= \frac{\rho_{udara} \cdot Q_{udara}}{\rho_{bahan\ bakar} \cdot Q_{bahan\ bakar}}$$

Untuk menghitung *equivalence ratio* menggunakan rumus:

$$\varphi = \frac{AFR_{stoikiometri}}{AFR_{aktual}}$$

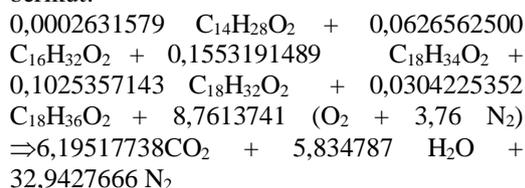
## METODE PENELITIAN

Skema instalasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 1 bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ialah minyak solar murni dan minyak FAME yang diproduksi oleh PT. Pertamina. Komposisi asam lemak minyak FAME berdasarkan komposisi minyak kelapa sawit.

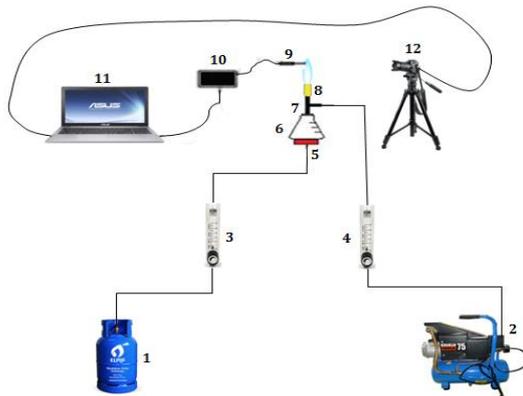
Tabel 1. Komposisi asam lemak minyak FAME.

Asam lemak	Rumus kimia	Massa (gram)
Asam Miristat	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	0,06
Asam Palmitat	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	16,04
Asam Linoleat	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	28,71
Asam Oleat	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	43,8
Asam Stearat	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	8,64

Berdasarkan Tabel 1 asam lemak minyak FAME tersebut, maka reaksi pembakaran stoikiometri dari minyak FAME adalah sebagai berikut:



Dari reaksi pembakaran tersebut didapat  $AFR_{stoikiometri}$  minyak FAME adalah 1202,76144 gram udara per 97,2500004 gram bahan bakar adalah 12,3677268 gram udara per gram bahan bakar.

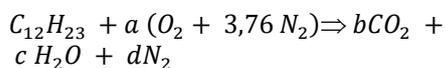


Gambar 1. Skema Instalasi Alat Penelitian.

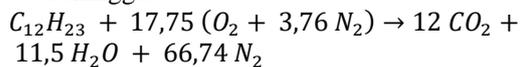
Keterangan gambar:

- 1) LPG (12 Kg)
- 2) Kompresor
- 3) *Flowmeter* LPG
- 4) *Flowmeter* Udara
- 5) Pemanas/ Heater
- 6) Labu Erlenmeyer
- 7) "T" connector
- 8) Nosel /burner
- 9) *Thermocouple*
- 10) *Thermometer*
- 11) Komputer
- 12) Kamera

Sedangkan untuk minyak solar murni dapat dihitung dengan menggunakan rumus kimia dari solar yaitu:



Sehingga:



$$AFR_{stoic} = \frac{M_{udara}}{M_{Bahan Bakar}} = \frac{2436,72}{167} = 14,59$$

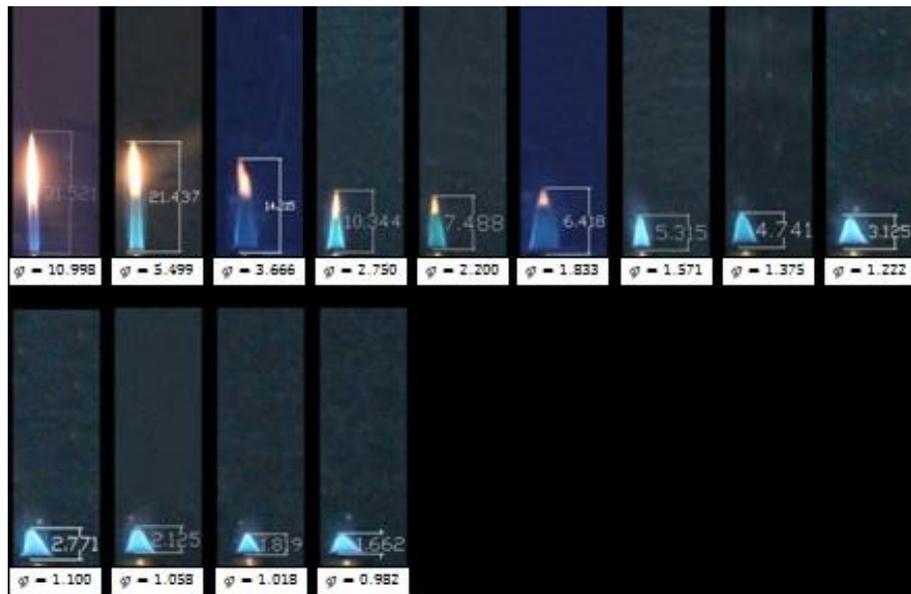
Pengambilan data temperatur api menggunakan thermometer yang terhubung pada thermocouple. Sedangkan data tinggi api dilakukan dengan menggunakan foto nyala api yang diambil menggunakan camera canon EOS 600D dan diolah menggunakan software AutoCAD 2007.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

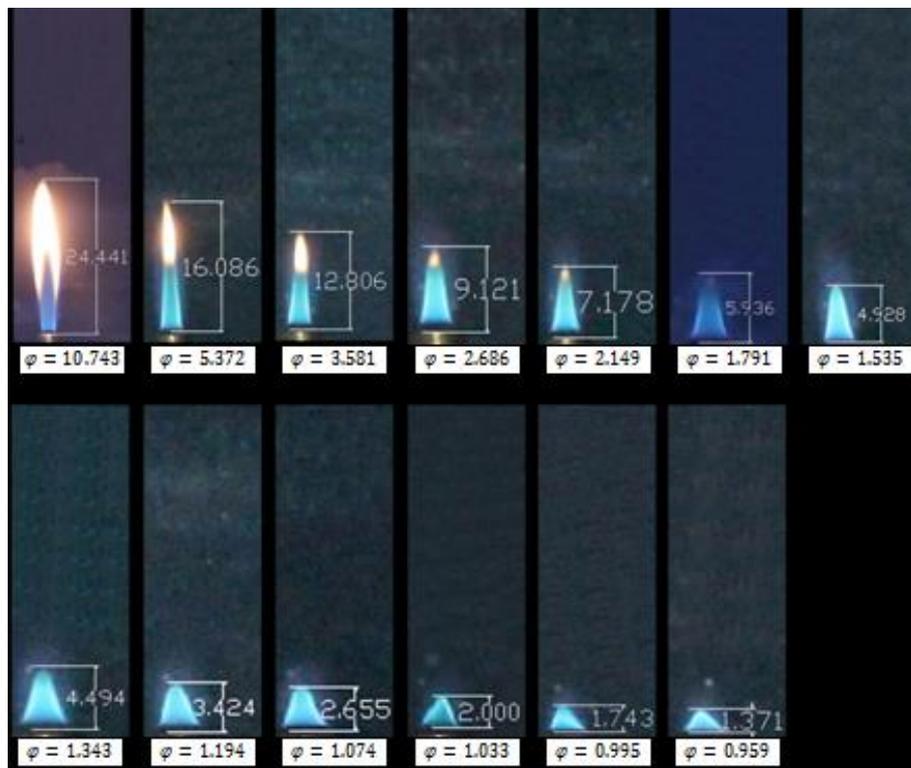
### Visualisasi Tinggi nyala api

Berikut adalah visualisasi dari solar murni dan FAME, Gambar 2 sampai dengan Gambar 4 menunjukkan bahwa api menyala stabil pada *equivalence ratio* 0.9 pada prosentase minyak solar 90% - FAME 10%, 0.93 untuk 90% - FAME 10%, dan 0.97 untuk solar 95% - FAME 5%.

Dari visualisasi nyala api terlihat bahwa prosentase penambahan minyak FAME mempengaruhi tinggi api. Semakin banyak prosentase penambahan minyak FAME maka tinggi api semakin menurun. Meskipun penurunannya tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan karena minyak nabati yang memiliki rantai karbon yang lebih panjang dari minyak solar, dimana semakin panjang rantai karbon suatu bahan bakar maka semakin tinggi temperatur senyawa itu untuk mencapai titik nyalanya. Dengan demikian maka tinggi apipun akan mengalami penurunan dengan penambahan minyak FAME yang semakin besar.



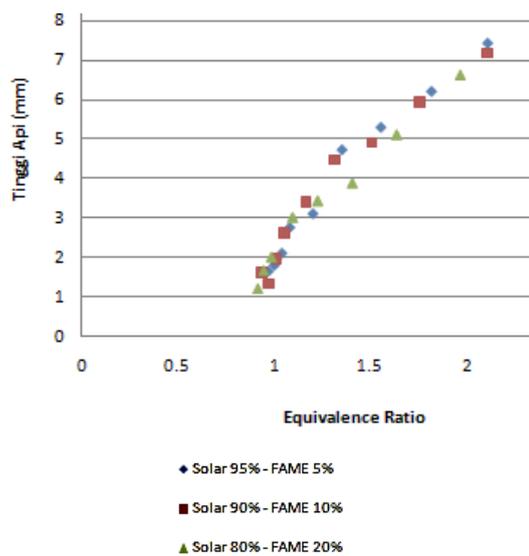
Gambar 2. Visualisasi nyala Api pada prosentase minyak solar 95% - FAME 5%.



Gambar 3. Visualisasi nyala Api pada prosentase minyak solar 90% - FAME 10%.



Gambar 4. Visualisasi nyala Api pada prosentase minyak solar 90% - FAME 10%.



Gambar 5. Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Tinggi Api.



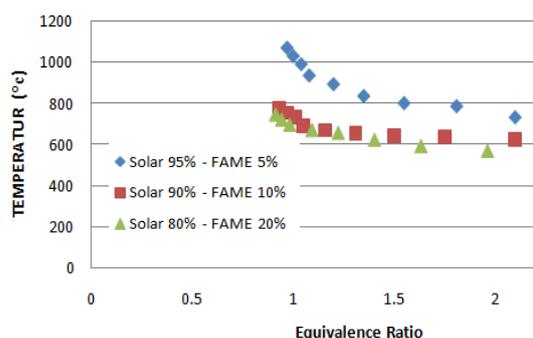
Gambar 6. Visualisasi nyala Api pada pada debit udara 30 ml/min.

Dari Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa banyaknya prosentase FAME yang ditambahkan juga mempengaruhi nilai equivalence ratio pada debit udara 350 ml/min dengan equivalence ratio 1.571 pada prosentase minyak solar 95% - FAME 5%, 1.535 pada prosentase minyak solar 90% - FAME 10% dan 1.462 pada prosentase minyak solar 80% - FAME 20%. Hal ini dikarenakan nilai AFR<sub>stoik</sub> dan AFR<sub>aktual</sub> pada minyak solar mengalami penurunan dan AFR<sub>stoik</sub> dan AFR<sub>aktual</sub> minyak FAME mengalami kenaikan. Sehingga nilai equivalence ratio semakin menurun dengan

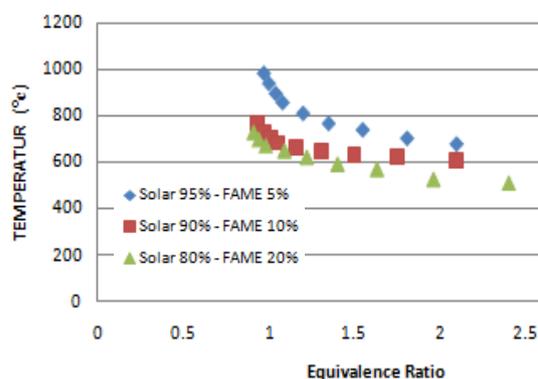
bertambahnya prosentase minyak FAME yang ditambahkan.

### Data Pengukuran Temperatur Api

Temperatur api diukur pada dua titik yaitu titik 1 di ujung atas api dan titik 2 pada titik tengah. Pengukuran menggunakan *thermocouple* dan thermometer. Dari data yang diperoleh, kemudian diolah dalam bentuk tabel. Dari table didapat grafik sebagai berikut:



Gambar 7. Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Titik 1 dengan Masing-Masing Variasi.



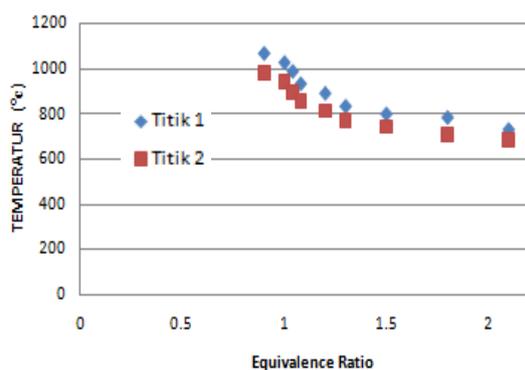
Gambar 8. Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* Terhadap Titik 2 dengan Masing-Masing Variasi

Dari Gambar 7 dan Gambar 8 adalah gambar hubungan prosentase minyak solar dan FAME terhadap temperatur 2 titik pengambilan temperatur yaitu di titik 1 bagian ujung api dan titik 2 pada bagian tengah dekat ujung *burner*. Selain data temperatur juga ada variasi minyak solar dan FAME yang berbeda yaitu (Solar 95%

- FAME 5%, Solar 90% - FAME 10%, Solar 80% - FAME 20%). Terlihat bahwa semakin banyak prosentase minyak FAME maka semakin kecil temperatur apinya. Ini sebabkan karena semakin besar prosentase FAME maka kalor yang dihasilkan akan semakin kecil pula sehingga temperatur api semakin menurun.

Selain itu dari Gambar 7 dan 8 juga menunjukkan bahwa semakin besar *equivalence ratio* maka temperatur api semakin menurun. Hal ini dikarenakan semakin banyak udara mendekati stoikiometri maka semakin banyak bahan bakar yang terbakar sehingga kalor yang dihasilkan semakin besar dan temperaturpun semakin tinggi.

Gambar 9 grafik hubungan *equivalence ratio* terhadap temperatur api pada variasi campuran minyak solar 95% - FAME 5% dengan sumbu x adalah *equivalence ratio* dan sumbu y adalah temperatur. Grafik menunjukkan bahwa semakin besar *equivalence ratio* maka temperatur api semakin menurun. Hal ini dikarenakan semakin banyak udara mendekati stoikiometri maka semakin banyak bahan bakar yang terbakar sehingga kalor yang dihasilkan semakin besar dan temperatur semakin tinggi.



Gambar 9. Grafik Hubungan *Equivalence Ratio* terhadap Temperatur Api pada Variasi Campuran Minyak Solar 95% - FAME 5%.

Dari grafik Gambar 9 tersebut terlihat juga perbedaan temperatur yaitu pada titik 1 lebih tinggi dibandingkan pada titik 2 yang merupakan zona pemanasan awal, dikarenakan pada titik 1 merupakan daerah dimana bahan bakar terbakar seluruhnya. Sehingga semakin

besar nilai *equivalence ratio* maka temperatur semakin kecil. Atau juga bisa dikatakan semakin kecil nilai *equivalence ratio* maka temperatur semakin besar.

#### SIMPULAN

Dari data-data hasil penelitian analisis temperatur dan tinggi api pada pembakaran premixed campuran minyak solar dan FAME (fatty acid methyl ester) didapat kesimpulan sebagai berikut:

- Semakin besar prosentase minyak FAME, maka temperatur api dan tinggi nyala api cenderung mengalami penurunan.
- Besarnya nilai *equivalence ratio* mempengaruhi tinggi api. Semakin besar nilai *equivalence ratio* maka tinggi api semakin besar pada masing-masing variasi campuran bahan bakar.
- Dilihat dari temperatur dan tinggi api pada masing-masing prosentase bahan bakar terdapat prosentase minyak Solar 95% : minyak FAME 5% memiliki temperatur dan tinggi api yang angkanya lebih besar dari pada variasi campuran lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://news.detik.com/kolom/3226158/perdebatan-solar-bodong-vs-fame-20>
- [2] Wirawan I. K. G., 2014. Pembakaran Premixed Minyak Nabati Pada Perforated Burner, Brawijaya Malang.
- [3] Dharma, A. 2013. Pengaruh Variasi Equivalent Ratio Terhadap Karakteristik Api Pembakaran Premixed Minyak Jarak pada Burner. Jurnal Mahasiswa Mesin FT-UB
- [4] Wardana, ING. 2008. Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran. Malang : PT. Dinar Wijaya Brawijaya University Press
- [5] Nurtanto M. 2017. Karakteristik Dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Solar Dengan Minyak Kemijen Pada Motor Diesel. Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan-UNTIRTA
- [6] Spesifikasi Bahan Bakar. PT. Pertamina
- [7] Reguler B/IV. 2004. Komposisi Asam Lemak Pada Minyak. Politeknik Kesehatan Yogyakarta
- [8] Defmit B. N. Riwu (2014) Kecepatan Pembakaran Premixed Campuran Minyak Jarak -Liquefied Petroleum Gas (LPG) pada Circular Tube Burner