

## Karakteristik Pembakaran *Premixed* Minyak Fame (*Fatty Acid Methyl Ester*)

<sup>1</sup>Defmit B. N. Riwu, <sup>1</sup>Dominggus G. H. Adoe, <sup>1</sup>Reinaldy B. Kale Weo.

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana  
Jl. Adi Sucipto, Penfui-Kupang, NTT 85001, Tlp: (0380)881597  
E-mail: reykaleweo2105@gmail.com

### ABSTRAK

Kemajuan teknologi serta perkembangan zaman menyebabkan kebutuhan manusia akan energi semakin meningkat. Kondisi tersebut berdampak pada ketersediaan bahan bakar minyak yang semakin berkurang dan akan habis. Untuk mengantisipasi dan mencegah permasalahan tersebut dibutuhkan sumber energi alternatif baru sebagai pengganti sumber energi yang tidak dapat tergantikan. Salah satu energi alternatif adalah minyak FAME (*fatty acid methyl ester*). FAME adalah jenis ester asam lemak yang diturunkan dengan transesterifikasi lemak dengan metanol. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik pembakaran *premixed* minyak FAME berupa temperatur api dan kecepatan pembakaran. Hasil penelitian, semakin besar *equivalence ratio* maka temperatur api dan kecepatan pembakaran semakin kecil. Hal ini dikarenakan semakin sedikit udara yang tersedia untuk membakar bahan bakar. Sebaliknya semakin kecil *equivalence ratio* maka temperatur api dan kecepatan pembakaran semakin besar. Hal ini disebabkan semakin banyak udara yang tersedia untuk membakar bahan bakar. Dan pada saat *equivalence ratio* = 0,96 terjadi pembakaran kaya udara dan mendekati pembakaran stoikiometrinya. Sudut api yang didapat berbanding lurus dengan kecepatan pembakaran.

### ABSTRACT

*Advances in technology and the times have caused the human need for energy to increase. This condition has an impact on the availability of fuel oil which is decreasing and will run out. To anticipate and prevent these problems, new alternative energy sources are needed as a substitute for energy sources that cannot be replaced. One alternative energy is FAME (fatty acid methyl ester) oil. FAME is a type of fatty acid ester derived by transesterification of fats with methanol. This research was conducted to determine the combustion characteristics of premixed FAME oil in the form of flame temperature and combustion speed. The results of the study, the greater the equivalence ratio, the smaller the flame temperature and combustion speed. This is because less air is available to burn the fuel. On the other hand, the smaller the equivalence ratio, the higher the flame temperature and combustion speed. This is because more and more air is available to burn the fuel. And at the time of equivalence ratio = 0.96, combustion is rich in air and close to the stoichiometric combustion. The angle of fire obtained is directly proportional to the speed of combustion.*

*Keywords: Premixed combustion, FAME oil, equivalence ratio, Flame temperature, Combustion Speed*

### PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi serta perkembangan zaman menyebabkan kebutuhan manusia akan energi semakin meningkat. Kondisi tersebut berdampak pada ketersediaan bahan bakar minyak yang semakin berkurang karena bahan bakar minyak tidak dapat diperbaharui.

Untuk mengantisipasi dan mencegah permasalahan tentang ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar minyak (BBM), dikembangkanlah energi alternatif yang ramah lingkungan, memiliki karakter

pembakaran yang relatif bersih, dan lebih mudah ditransportasikan. Salah satu contohnya adalah minyak FAME (*fatty acid methyl ester*). FAME adalah jenis ester asam lemak yang diturunkan dengan transesterifikasi lemak dengan metanol. Molekul-molekul dalam biodiesel terutama FAME diperoleh dari minyak nabati oleh proses transesterifikasi. FAME biasanya dihasilkan oleh reaksi alkali, dikatalisis antar lemak dan metanol dengan adanya basa seperti natrium hidroksida, natrium metoksida atau kalium hidroksida. Dalam kehidupan sehari-

hari penggunaan minyak FAME diaplikasikan atau digunakan dalam mesin diesel. Namun dalam penggunaannya minyak FAME sendiri tidak digunakan secara langsung, melainkan dicampur dengan solar.

Pembakaran adalah reaksi kimia yang cepat antara oksigen dan bahan yang dapat terbakar, disertai timbulnya cahaya dan menghasilkan kalor [2]. Pembakaran *premixed* adalah proses pembakaran yang terjadi dengan campuran oksigen sebelum melakukan pembakaran [2].

Penelitian tentang pembakaran *premixed* minyak nabati telah banyak dilakukan. Buffan dan Cox (2008) dalam penelitiannya tentang kecepatan pembakaran pada bahan bakar campuran metana dan udara menyatakan bahwa kecepatan pembakaran dipengaruhi oleh diameter dari *burner*. *Burner* dengan diameter yang lebih kecil memiliki api yang mudah *blow off*. Selain itu juga menyimpulkan bahwa kecepatan pembakaran tertinggi didapat pada *equivalence ratio* = 1, dimana campuran metana – udara berada pada kondisi stoikiometri [3]. Defmit Riwu meneliti tentang Kecepatan Pembakaran *Premixed* Campuran Minyak Jarak - *Liquefied Petroleum Gas (LPG)* pada *Circular Tube Burner*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Penambahan bahan bakar LPG pada uap minyak jarak mengakibatkan terbentuknya 2 sudut api. Pada sudut atas, kecepatan pembakaran semakin menurun seiring dengan penambahan prosentase LPG. Sedangkan pada sudut bawah, kecepatan pembakaran semakin meningkat seiring dengan penambahan prosentase LPG. Semakin besar prosentase LPG, maka nyala api cenderung semakin stabil pada nilai *equivalence ratio* yang semakin kecil. Semakin kecil *equivalence ratio* maka tinggi api akan semakin rendah, Besar sudut api atas semakin kecil seiring dengan penambahan prosentase LPG, sehingga kecepatan pembakaran pun semakin menurun. Sedangkan besar sudut bawah akan semakin besar sehingga kecepatan pembakaran meningkat. Semakin besar *equivalence ratio* maka temperatur api semakin rendah. Temperatur api paling rendah hingga temperatur api paling tinggi berturut

turut berada pada daerah tengah api, daerah tepi api dan daerah ujung api [1].

Berdasarkan pernyataan diatas maka dilakukan penelitian tentang pembakaran *premixed* minyak FAME. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui karakteristik nyala api melalui temperatur api dan kecepatan pembakaran. Minyak FAME berasal dari minyak nabati (kelapa sawit) yang sudah melalui proses transesterifikasi.

Dalam penelitian ini, Debit uap minyak FAME ditentukan berdasarkan volume uap minyak FAME. Pada kondisi STP, 1 mol gas mempunyai volume 22,4 L.

Untuk menghitung  $AFR_{aktual}$  digunakanlah rumus :

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

Untuk menghitung *equivalence ratio* menggunakan rumus :

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

Untuk perhitungan massa uap minyak FAME digunakan rumus :

$$\dot{m} = (\rho \times Q) \text{ uap minyak}$$

Untuk menghitung kecepatan reaktan digunakan rumus :

$$V_u = \frac{(Q_{udara} + Q_{bahan\ bakar})}{A_{nosel}}$$

Untuk menghitung kecepatan pembakaran digunakan rumus :

$$S_L = V_u \sin \theta.$$

## METODE PENELITIAN

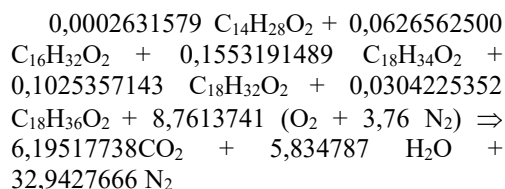
Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimental nyata yaitu pengujian langsung pada obyek yang akan diteliti guna memperoleh data melalui eksperimen yang akan dilakukan. Variabel yang digunakan ada 3 macam yaitu : variabel bebas dalam penelitian adalah debit udara, variabel terikat dalam penelitian adalah temperatur api dan kecepatan pembakaran, serta variabel terkontrol dalam penelitian adalah dimensi *burner* dan massa alir uap bahan bakar.

Skema instalasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1. Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian adalah minyak FAME yang diproduksi oleh PT. Pertamina.

Tabel 1. Komposisi asam lemak minyak FAME berdasarkan komposisi minyak kelapa sawit.

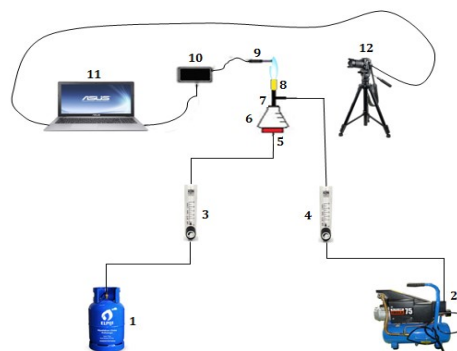
Asam lemak	Rumus kimia	Massa (gram)
Asam Miristat	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	0,06
Asam Palmitat	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	16,04
Asam Linoleat	C <sub>18</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	28,71
Asam Oleat	C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>2</sub>	43,8
Asam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

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



Dari reaksi pembakaran tersebut didapat AFR<sub>stokiometri</sub> minyak FAME adalah 1202,76144 gram udara / 97,2500004 gram bahan bakar = 12,3677268 gram udara / gram bahan bakar.

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



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

Gambar 1. Skema Instalasi Alat Penelitian

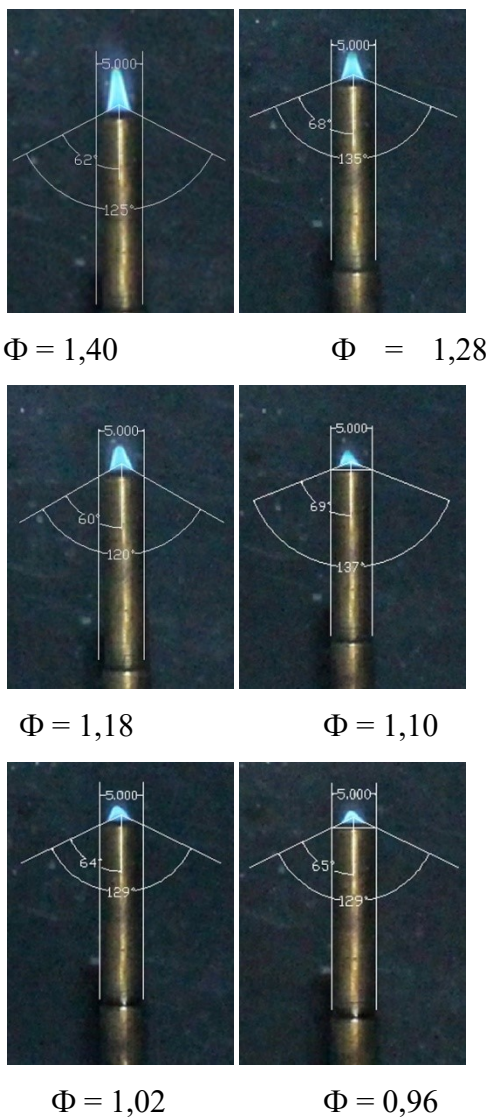
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hubungan Kecepatan Pembakaran dengan *equivalence ratio*

Berikut adalah visualisasi dari minyak FAME

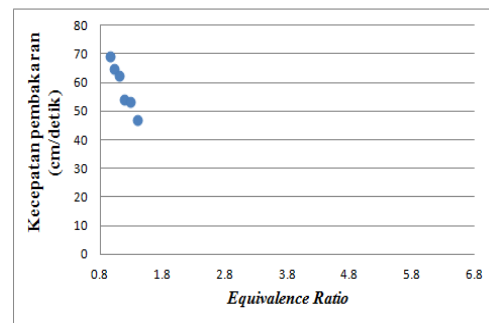


Gambar 2. Visualisasi nyala api pada *software AutoCAD* 2007



Gambar 3. Pengukuran sudut api pada software AutoCAD 2007

Setelah mendapatkan besar sudut api maka didapatkan kecepatan pembakaran api. Dalam pembakaran *premixed*, besar sudut api mempengaruhi kecepatan pembakaran dikarenakan sudut api berbanding lurus dengan kecepatan pembakaran. Data hasil pengukuran kecepatan pembakaran dibuat dalam bentuk grafik seperti Gambar 4.

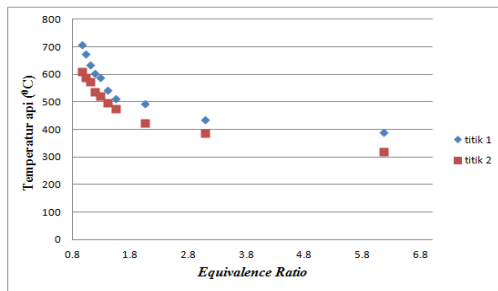


Gambar 4. Grafik hubungan kecepatan pembakaran dengan equivalence ratio

Dari gambar 4 diatas dapat diketahui kecepatan pembakaran dari bahan bakar yang ada. Terlihat dari gambar diatas pada saat *equivalence ratio* semakin besar kecepatan pembakaran akan semakin menurun. Hal ini dikarenakan semakin sedikit udara yang tersedia untuk membakar bahan bakar sehingga kecenderungan sudut api lebih kecil dan kecepatan reaktan rendah. Pada saat *equivalence ratio* semakin kecil kecepatan pembakaran akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan semakin banyak udara yang tersedia untuk membakar bahan bakar sehingga sudut api yang terbentuk lebih besar dan kecepatan reaktan tinggi. Saat *equivalence ratio* = 0,96 terjadi pembakaran kaya udara dan mendekati pembakaran stoikiometrinya. Pembakaran stoikiometri itu sendiri terjadi disaat *equivalence ratio* mendekati atau = 1.

#### Hubungan Temperatur dengan *equivalence ratio*

Pengukuran temperatur api dilakukan pada 2 titik yaitu pada bagian ujung api atau titik 1 dan pada bagian tepi api atau pada titik 2. Pengukuran temperatur menggunakan *thermocouple* dan thermometer. Dari data yang diperoleh, kemudian diolah dalam bentuk tabel. Dari tabel didapat grafik sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik hubungan temperatur api dengan equivalence ratio

Dari gambar 5 terlihat bahwa semakin besar *equivalence ratio* maka temperatur apinya akan semakin rendah. Sebaliknya Jika semakin kecil *equivalence ratio* maka temperatur apinya akan semakin meningkat. Semakin banyak udara hingga mendekati stoikiometri maka semakin banyak bahan bakar yang terbakar sehingga menghasilkan kalor yang besar menyebabkan temperatur meningkat.

Gambar grafik diatas menunjukkan pada titik 1 yaitu bagian ujung api dan titik 2 yaitu bagian tepi api mempunyai nilai temperatur yang berbeda. Pada bagian ujung api yang merupakan daerah dimana bahan bakar telah terbakar seluruhnya sehingga temperaturnya paling tinggi. Zona reaksi pembakaran terjadi pada bagian tepi api dan semakin lama akan menuju pusat api. Sehingga temperatur pada bagian tepi api lebih rendah dibandingkan dengan temperatur pada bagian ujung api.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian karakteristik pembakaran *premixed* minyak FAME dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Semakin besar *equivalence ratio* maka temperatur api dan kecepatan pembakaran semakin rendah. Hal ini dikarenakan semakin sedikit udara yang tersedia untuk membakar bahan bakar. Sebaliknya jika *equivalence ratio* semakin kecil maka temperatur api dan kecepatan pembakaran semakin tinggi. Hal ini dikarenakan Semakin banyak udara hingga mendekati stoikiometri maka semakin banyak bahan bakar yang terbakar sehingga menghasilkan kalor yang besar menyebabkan temperatur dan kecepatan pembakaran meningkat.
- Pada saat *equivalence ratio* = 0,96 terjadi pembakaran kaya udara dan mendekati pembakaran stoikiometrinya.
- Sudut api berbanding lurus dengan kecepatan pembakaran dan temperatur api.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Riwu, Defmit B. N., Wardana, I.N.G., Yuliati, Lilis. 2016. *Kecepatan Pembakaran Premixed Campuran Minyak Jarak - Liquefied Petroleum Gas (LPG) pada Circular Tube Burner* Jurnal Rekayasa Mesin Vol.7, No.2 Tahun 2016: 41 – 47.
- [2]. Wardana, ING. 2008. *Bahan Bakar dan Teknologi Pembakaran*. Malang : PT. Danar Wijaya Brawijaya University Press.
- [3]. Buffan, J. & Cox, K. 2008. *Measure of Laminar Burning Velocity of Methane – Air Mixture Using a Slot and Bunsen Burner*. Worcester Polytechnic Institute.