

# **TESIS**

## **BAHAN BAKAR BIOSOLAR DARI PROSES PIROLISIS *FATTY ACID METYL ESTER (FAME)* DI PERTAMINA *REFINERY UNIT III***



**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan Pada  
Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh  
**BAMBANG IRAWAN**  
**061950442824**

**PROGRAM MAGISTER TERAPAN  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2021**

## **HALAMAN PENGESAHAN**

### **BAHAN BAKAR BIOSOLAR DARI PROSES PIROLISIS FATTY ACID METHYL ESTER (FAME) DI PERTAMINA REFINERY UNIT III**

#### **SEMINAR TESIS**

**Oleh:  
Bambang Irawan  
NPM. 061950442824**

**Pembimbing I**

**Palembang , Juli 2021  
Menyetujui  
Pembimbing II**

**Dr. Ir Rusdianasari, M.Si., IPM  
NIP. 196711191993032003**

**Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si.  
NIP. 196410231992031001**

**Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan  
Program Magister Terapan**

**Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., IPM  
NIP. 196711191993032003  
HALAMAN PERSETUJUAN**

Karya tulis ilmiah ini berupa Tesis dengan judul “Bahan bakar biosolar dari proses pirolisis fatty acid methyl ester (fame) di Pertamina Refinery Unit III” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Energi Terbarukan Program Magister Terapan Politeknik Negeri Sriwijaya pada tanggal 02 Juli 2021.

Palembang, 02 Juli 2021

Tim Penguji Karya Ilmiah Berupa Tesis

Ketua:

Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. ( )  
196812041997031001

Anggota:

1. Dr. RD.Kusumanto, S.T., M.M. ( )  
196603111992031004
2. Dr. Yohandri Bow, S.T., M.S. ( )  
197110231994031002
3. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., IPM ( )  
196711191993032003
4. Dr. Eng. Tresna Dewi, S.T., M.Eng. ( )  
197711252000032001
5. Carlos, RS, S.T., M.T. ( )  
196403011989031003

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan  
Program Magister Terapan**

**Dr. Ir. Rusdianasari., M. Si., IPM  
NIP 196711191993032003**

**HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bambang Irawan

NIM : 061950442824

Judul Tesis : Bahan Bakar Biosolar dari Proses Pirolisis Fatty Acid Metyl Ester (FAME) di  
Pertamina Refinery Unit III

Menyatakan bahwa Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi Pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 02 Juli 2021

**Materai 6000**

Bambang Irawan  
NIM. 061950442824

## **HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bambang Irawan

NIM : 061950442824

Judul Tesis : Bahan Bakar Biosolar dari Proses Pirolisis Fatty Acid Metyl Ester (FAME) di  
Pertamina Refinery Unit III

Memberikan izin kepada pembimbing dan Politeknik Negeri Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 02 Juli 2021

Bambang Irawan

NIM. 061950442824

## MOTTO

**"Treat people the way you want to be treated. Talk to people the way you want to be talked to. Respect is earned, not given." – Hussein Nishah**

Perlakukan orang-orang seperti kamu ingin diperlakukan. Bicaralah dengan orang-orang dengan cara seperti yang kamu inginkan untuk diajak bicara. Rasa hormat diterima, bukan diberikan.

**"Bekerja keras dan bersikap baiklah. Hal luar biasa akan terjadi." – Conan O'Brien**

**"DALAM SEGALA HAL KEHIDUPAN, LAKUKAN YANG TERBAIK DAN MENGHARAP RIDHO ILLAHI SERTA MULAILAH HARIMU DENGAN MEMBACA AL QUR'AN"**

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

**Kupersembahkan Untuk;**

- Allah SWT. yang telah memberikan kehidupan dan rahmatnya
- Orang Tua Yang telah melahirkanku
- Istriku yang telah menjadi pendampingku selama ini
- Anak-anakku yang telah memberikan semangat untuk menjalani kehidupan
- Pembimbing Tesis, Bu Ayik dan Pak Abu yang telah sabar dan serius membimbing penulisan Tesis ini, sehingga aku bisa menjadi seorang "Penulis"
- Dosen Penguji Tesis ini
- Dosen Program Studi Teknik Energi terbarukan, Program Magister terapan Politeknik Negeri Sriwijaya yang menjadikanku seorang "M.Tr."
- Rekan-rekanku "mahasiswa S2 Polsri" angkatan 2019/2021
- Almamaterku "POLITEKNIK" yang telah menjadi "nafas" dalam kehidupanku sebagai seorang profesional selama ini

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur atas selesainya laporan tesis yang berjudul “**Bahan Bakar Biosolar dari proses pirolisis *FATTY ACID METIL ESTER (FAME) Pertamina Refinery Unit III***”.

Laporan tesis ini merupakan dalam rangka menyelesaikan Program Magister Terapan Program Teknik Energi Terbarukan di Politeknik Negeri Sriwijaya yang akan disajikan dalam bentuk seminar tesis.

Dalam penyelesaian laporan tesis ini, Penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih setulusnya kepada :

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa, selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memfasilitasi Program Studi Teknik Energi Terbarukan.
2. Carlos, RS, S.T., M.T., selaku Pembantu Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memfasilitasi Program Studi Teknik Energi Terbarukan.
3. Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Energi Terbarukan dan selaku Dosen pembimbing 1 serta sebagai Dosen pengajar yang telah banyak membantu penulis dalam diskusi penulisan laporan kemajuan tesis serta memberikan ide, saran dan masukan yang baik.
4. Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si, selaku Dosen Pembimbing 2, yang telah banyak membantu penulis dalam memberikan ide, saran serta kritik dan masukannya dalam diskusi penulisan laporan kemajuan tesis..
5. Segenap Bapak/Ibu Dosen program Studi Teknik Energi Magister Terapan Terbarukan Politeknik Negeri Sriwijaya atas ilmu pengetahuan yang telah diberikan, sehingga menambah wawasan penulis dalam membentuk pola pikir menyelesaikan suatu permasalahan penelitian.

6. Istri dan Anakku yang selalu memberikan semangat dan dukungan
7. Teman teman seangkatan kelas EGT 2 yang selalu kompak dan saling membantu

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tesis ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan Tesis ini, serta bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca umumnya.

Palembang, Juli 2021

Bambang Irawan



## RINGKASAN

### BAHAN BAKAR BIOSOLAR DARI PROSES PIROLISIS FATTY ACID METIL ESTER (FAME) DI PERTAMINA REFINERY UNIT III

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, 2 Juli 2021

Bambang Irawan; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., IPM dan Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si.

#### Pirolisis Process of Fatty Acid Methyl Ester (FAME) Conversion into Biodiesel at Pertamina Refinery Unit III

xvii + 55 halaman, 7 tabel, 17 gambar, 3 lampiran

Meningkatnya konsumsi bahan bakar nasional berdampak pada penurunan cadangan energi fosil. Salah satu solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mencari bahan bakar alternatif, misalnya biosolar. Biosolar merupakan salah satu bahan bakar alternatif bersifat ramah lingkungan, tidak mempunyai efek terhadap kesehatan, dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor yang dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan minyak solar konvensional. Biosolar yang didapat dalam penelitian ini adalah produk yang dihasilkan dari proses pirolisis *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) yang berasal dari bahan nabati minyak kelapa sawit pada suhu tertentu, nantinya dimanfaatkan untuk mengurangi konsumsi solar dalam pencampuran biosolar. Penelitian dilakukan dengan proses pirolisis FAME tanpa menggunakan katalis fly ash dan yang menggunakan katalis fly ash. Proses pirolisis tanpa menggunakan katalis fly ash terdapat pada range temperatur 161-200<sup>o</sup>C dikarenakan memiliki Initial boiling point (IBP) 171<sup>o</sup>C sedangkan yang menggunakan katalis terdapat pada range temperatur 141-200<sup>o</sup>C yang memiliki initial boiling point (IBP) 151<sup>o</sup>C. Penelitian dilanjutkan dengan menganalisa karakteristik biosolar berupa densitas, viskositas, *Calculate Cetane Index* (CCI) dianalisa pada range temperatur 181-200<sup>o</sup>C dikarenakan pengaruh dari jumlah volume yang dihasilkan, titik nyala, kandungan air, dan kandungan sulfur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik biosolar yang dihasilkan sesuai dengan standar Dirjen Migas dimulai dari hasil pirolisis tanpa katalis fly ash dan yang menggunakan katalis fly ash, masing-masing dengan nilai pada 171-200<sup>o</sup>C densitas 839,000-845,000 kg/m<sup>3</sup>, viskositas 2,459-3,053 cSt, CCI pada temperatur 181-200<sup>o</sup>C yaitu 48,0-48,5<sup>o</sup>C, titik nyala 57-58<sup>o</sup>C, kandungan air 246-223 ppm, dan kandungan sulfur 700 ppm. Pada Hasil pirolisis dengan menggunakan katalis fly ash diperoleh densitas 842,500-847,500 kg/m<sup>3</sup>, viskositas 3,053-3.371 cSt, CCI pada temperatur 181-200<sup>o</sup>C yaitu 48,7-49,7<sup>o</sup>C, titik nyala 58-59<sup>o</sup>C, kandungan air 223-218 ppm, dan kandungan sulfur 700 ppm. Sehingga dari tujuan penelitian untuk mengurangi kandungan air atau sifat hidroskopis dapat tercapai.

**Kata Kunci:** fame, Pirolisis, katalis, variasi temperatur, biosolar

Kepustakaan: 31 (2012 - 2020)

## SUMMARY

### PYROLYSIS PROCESS OF FATTY ACID METHYL ESTER (FAME) CONVERSION INTO BIODIESEL AT PERTAMINA REFINERY UNIT III

Scientific Paper in the form of thesis, July 2nd 2021

Bambang Irawan; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Rusdianasari, M.Si., IPM dan Dr. Ir. Abu Hasan, M.Si.

Bahan Bakar Biosolar dari Proses Pirolisis Fatty Acid Metil Ester (FAME) di Pertamina Refinery Unit III

xvii+ 55 pages, 7 tabels, 17 pictures, 3 attachments

The increase in national fuel consumption has an impact on decreasing fossil energy reserves. One solution to overcome this problem is to look for alternative fuels, such as biodiesel. The biodiesel obtained in this study is a product produced from the pyrolysis process of Fatty Acid Methyl Ester (FAME) derived from palm oil at a certain temperature. The research was conducted using the FAME pyrolysis process without using fly ash catalyst and using fly ash catalyst. The pyrolysis process without the use of a fly ash catalyst is in a temperature range of 161-200 °C because it has an Initial Boiling Point (IBP) of 171 °C, while those using a catalyst are in a temperature range of 141-200 °C, which has an initial boiling point (IBP) of 151 °C. The study continued by analyzing the characteristics of biodiesel in the form of density, viscosity, Calculate Cetane Index (CCI) were analyzed in the temperature range 181-200 °C. The results showed that the characteristics of biodiesel produced were following the standards of the Director General of Oil and Gas starting from the results of pyrolysis without fly ash catalyst with a value of 171-200 °C, density 839,000-845,000 kg/m<sup>3</sup>, viscosity 2.459-3,053 cSt, CCI at a temperature of 181-200 °C is 48.0-48.50, flash point is 57-58 °C, water content is 246-223 ppm, and sulfur content is 700 ppm. The results of pyrolysis using a fly ash catalyst obtained a density of 842,500-847,500 kg/m<sup>3</sup>, viscosity 3.053-3.371 cSt, CCI at a temperature of 181-200 °C is 48.7-49.70, flash point 58-59 °C, water content 223-218 ppm, and sulfur content of 700 ppm. Furthermore, the results obtained indicate the achievement of the objectives of this study to reduce the water content.

**Keywords:** fame, pyrolysis, catalyst, temperature variation, biodiesel

Citation: 31 (2012 - 2020)

## DAFTAR ISI

halaman

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	i
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	v
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	vi
<b>RINGKASAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	viii
<b>MOTTO</b> .....	ix
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	x
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	xiii
<b>GLOSARIUM</b> .....	xiv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Hipotesa .....	5
1.6 Keterbaruan Penelitian .....	6
1.7 Kerangka Pikir Penelitian .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Minyak Kelapa Sawit.....	8
2.2 Teori Dasar pembuatan Biodiesel (FAME) .....	9
2.3 Biodiesel FAME.....	11
2.4 Bahan Bakar Cair dan Spesifikasinya .....	12
2.4.1 Solar .....	12
2.4.2 Biosolar .....	13
2.5 Katalis <i>Fly Ash</i> .....	16
2.5.1 Karakteristik Fisik dan Kimia <i>Fly ash</i> Batubara.....	17
2.5.2 Pengelompokan Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ) Batubara .....	19
2.6 Pirolisis.....	20
2.7 Perengkahan.....	21
2.8 Reaktor .....	23
2.8.1 Reaktor Batch.....	24
2.8.2 Reaktor Semi-batch .....	24
2.8.3 Reaktor Kontinyu .....	24
2.9 Kondensor .....	25

**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	26
3.2 Bahan dan Alat.....	26
3.3 Prosedur Penelitian.....	27
3.3.1 Pengumpulan Informasi dan Studi Literatur.....	27
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian.....	27
3.3.2.1 Persiapan Bahan Baku.....	27
3.3.2.2 Prosedur Aktivasi Katalis.....	28
3.3.2.3 Proses Pirolisis.....	28
3.4 Gambar alat pirolisis yang digunakan.....	28
3.5 Analisa Produk Solar.....	29
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	30
3.7 Hasil Rancangan Penelitian.....	30

**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Karakterisasi FAME.....	32
4.2 Hasil Proses Pirolisis.....	33
4.2.1 Hasil Proses Pirolis tanpa menggunakan katalis fly ash.....	35
4.2.2 Hasil Proses Pirolis menggunakan katalis fly ash.....	37
4.3 Analisa Kualitas Bahan Bakar Biosolar.....	39
4.3.1 Nilai Densitas Biosolar pada range temperatur 141-200 °C.....	39
4.3.2 Nilai Viskositas Biosolar pada range temperatur 141-200 °C.....	41
4.3.3 Nilai CCI Biosolar pada range temperatur 141-200 °C.....	42
4.3.4 Nilai Titik Nyala Biosolar pada range temperatur 141-200 °C.....	44
4.3.5 Nilai Kandungan Air Biosolar range temperatur 141-200 °C.....	46
4.3.6 Nilai Kandungan Sulfur Biosolar range temperatur 141-200 °C.....	47
4.3.7 Karakteristik menyeluruh biosolar yang dihasilkan.....	49

**BAB V Kesimpulan dan Saran**

5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	52

<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>53</b>
----------------------------	-----------

<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>55</b>
----------------------	-----------

**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel</b>	<b>halaman</b>
1. Komponen penyusun minyak sawit.....	9
2. Spesifikasi Solar dari Dirjen Migas.....	13
3. Persyaratan biodisel yang ditetapkan SNI 782:2015.....	15
4. Komposisi <i>Fly Ash</i> Batubara.....	18
5. Hasil Analisis bahan Baku FAME.....	33
6. Data <i>volume</i> hasil pengamatan pirolisis.....	35
7. Data Hasil Pengamatan Pirolis menggunakan katalis fly ash.....	38

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>halaman</b>
1. Kerangka Pikir Penelitian.....	7
2. Reaksi Pembentukan Biodiesel (FAME).....	12
3. Katalis <i>Fly Ash</i> .....	17
4. Gambar alat pirolisis yang digunakan .....	28
5. Diagram Alir Penelitian .....	29
6. Bahan Baku FAME .....	34
7. Proses pirolisis FAME.....	35
8. Grafik volume biosolar tanpa katalis fly ash .....	36
9. Hasil Biosolar dari FAME temperatur 161-200 °C.....	37
10. Grafik volume biosolar menggunakan katalis fly ash.....	38
11. Hasil Biosolar dari FAME temperatur 141-200 °C .....	39
12. Densitas Biosolar Hasil Pirolisis FAME .....	40
13. Viscositas Biosolar Hasil Pirolisis FAME .....	41
14. Angka Cetana Biosolar Hasil Pirolisis FAME.....	44
15. <i>Flash Point</i> Biosolar Hasil Pirolisis FAME .....	45
16. <i>Water Content</i> Biosolar Hasil Pirolisis FAME.....	47
17. Kandungan Sulfur Biosolar Hasil Pirolisis FAME.....	49

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>halaman</b>
1. Foto Dokumentasi.....	54
2. Publikasi .....	59
3. Data Analisa .....	70

