

**SKRIPSI**  
**PENGARUH TEMPERATUR PIROLISIS CAMPURAN CANGKANG SAWIT**  
**DAN PLASTIK BERKATALIS CaO-ZEOLIT ALAM TERHADAP SIFAT**  
**FISIK DAN KIMIA *PYROLYTIC OIL*.**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



**Disusun Oleh:**  
**MAULANA WAHYU AYATULLAH**  
**20140130119**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**  
**2018**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Maulana Wahyu Ayatullah**

NIM : **20140130119**

Menyatakan bahwa tugas akhir ini dengan judul "**Pengaruh Temperatur Pirolisis Campuran Cangkang Kelapa Sawit dan Plastik Berkatalis CaO-Zeolit Alam Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia *Pyrolytic Oil***" sesungguhnya bahwa tugas akhir ini adalah asli hasil dari karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis dan dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 11 Agustus 2018



**Maulana Wahyu Ayatullah**

**20140130119**

## **MOTTO**

Imani Proses

Dan

Syukuri Hasil.

-Maulana Wahyu A.-

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“PENGARUH TEMPERATUR PIROLISIS CAMPURAN CANGKANG KELAPA SAWIT DAN PLASTIK BERKATALIS CaO / ZEOLIT ALAM TERHADAP SIFAT FISIK DAN KIMIA *PYROLITIC OIL*”** dalam rangka memenuhi kewajiban akademik di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Tugas akhir merupakan mata kuliah wajib bagi mahasiswa yang mengambil program studi S-1 di jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dengan beban 4 sks dan merupakan prasyarat untuk mendapatkan gelar S-1 (Sarjana Teknik).

Dalam penyusunan laporan ini, dalam penyusunan tugas akhir ini penulis telah mengumpulkan data dari lapangan dan beberapa sumber pustaka baik dari buku maupun jurnal di internet. Dengan penyusunan laporan ini diharapkan mahasiswa jurusan Teknik Mesin dapat mengerti setiap alur kerja yang dilakukan tersebut.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, yaitu kepada:

1. Allah SWT atas segala nikmat dan karuniaNya.
2. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M. Eng.Sc, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Thoharudin, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu demi bimbingan secara penulisan dalam memberikan masukan dan konsultasi selama penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Muhammad Najib, S.T.,M.Eng selaku dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu demi bimbingan secara penulisan dalam memberikan masukan dan konsultasi selama penyusunan tugas akhir ini.

5. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu demi seminar akhir dan memberikan masukan terhadap penulisan maupun penelitian.
6. Kepada seluruh dosen, staf dan pengajar Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta selama masa penyusunan Tugas akhir .
7. Kepada keluarga Abdus Syukur, Hartati Yinata, Habibilah, dan R. Fajar Saipul yang telah memberikan semangat, serta dukungan moril maupun materil yang telah menjadi motivasi bagi penulis.
8. Kepada seluruh kawan-kawan kelas C angkatan 2014 yang selalu memberi motivasi pada penulis.
9. Kepada tim ebensadat dalam pengambilan data pirolisis bersama-sama menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Kepada Sitti Hardianti saya ucapkan terima kasih telah membantu memotivasi penyusunan tugas akhir .
11. Kepada PC. IMM AR. Fakhruddin, PK. Fakultas Teknik, dan DPM FT UMY yang telah membantu memberikan motivasi kepada penulis.
12. Semua pihak yang tidak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan kerja praktik ini.

Saya menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu saya mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar kedepannya dapat menjadi acuan perbaikan dari kekurangan yang ada dan dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa Prodi S-1 Teknik Mesin UMY. Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 08 Agustus 2018



Maulana Wahyu Ayatullah

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN MOTTO .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT .....	xvi

### BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Asumsi dan Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4

### BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori.....	8
2.2.1 Cangkang Kelapa Sawit.....	8
2.2.2 Plastik .....	11
2.2.3 Plastik LDPE ( <i>Low Density Polyethylene</i> ).....	14
2.2.4 Pirolisis .....	15
2.2.5 Tipe Reaktor Pirolisis .....	15

2.2.6 Katalis CaO.....	18
2.2.6 Katalis Zeolit .....	19
2.2.7 Faktor Berpengaruh pada Pirolisis.....	20
2.2.8 Golongan Senyawa .....	20
2.2.8.1 Golongan Oksigenat .....	20
2.2.8.2 Golongan Hidrokarbon.....	24

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1 Bahan Penelitian.....	27
3.2 Alat Penelitian.....	29
3.2.1 Alat Utama.....	29
3.2.1 Alat Pendukung .....	31
3.2.1 Alat Uji <i>Pyrolytic-Oil</i> .....	36
3.3 Metode Penelitian.....	42
3.4 Variasi Pengujian .....	45
3.5 Proses Kerja .....	46
3.6 Metode Pengambilan Data .....	47

### **BAB IV PEMBAHASAN**

4.1 Pengaruh Temperatur Terhadap Kuantitas Produk Pirolisis.....	50
4.2 Pengaruh Temperatur Terhadap Densitas <i>Pyrolytic-Oil</i> .....	52
4.3 Pengaruh Temperatur Terhadap Nilai Keasaman <i>Pyrolytic-Oil</i> .....	54
4.4 Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas <i>Pyrolytic-Oil</i> .....	55
4.5 Pengaruh Temperatur Terhadap Nilai Kalor <i>Pyrolytic-Oil</i> .....	57
4.6 Pengaruh Temperatur Terhadap Kandungan Senyawa <i>Pyrolytic-Oil</i> .....	59
4.7 Pengaruh Temperatur Terhadap Penggolongan Minyak.....	62

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	64
5.2 Saran.....	65
Daftar Pustaka .....	66
Lampiran .....	69



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cangkang Kelapa Sawit .....	8
Gambar 2.2 Struktur Molekul Selulosa.....	10
Gambar 2.3 Molekul Struktur Hemiselulosa,Xylan.....	10
Gambar 2.4 Struktur Unit Lignin .....	11
Gambar 2.5 <i>Bubbling Fluidized Bed</i> .....	16
Gambar 2.6 <i>Ablative Pyrolyzer</i> .....	17
Gambar 2.7 <i>Fixed-bed</i> .....	17
Gambar 2.8 Katalis CaO .....	18
Gambar 2.9 Zeolit Alam .....	19
Gambar 2.10. Struktur Aldehyd.....	21
Gambar 2.11. Contoh senyawa Alkohol .....	21
Gambar 2.12. Struktur Asam .....	22
Gambar 2.13. Struktur Ester.....	22
Gambar 2.14. Struktur Furan .....	22
Gambar 2.15. Struktur <i>Ethylene Glycol</i> .....	23
Gambar 2.16. Struktur Keton (Aseton).....	23
Gambar 2.17. Struktur Fenol.....	24
Gambar 2.18. Senyawa Aromatik Benzena .....	24
Gambar 2.19. Contoh senyawa Alifatik.....	25
Gambar 2.20. Contoh <i>Polyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH)</i> .....	25
Gambar 2.21. Contoh senyawa siklik .....	26
Gambar 3.1 Cangkang Kelapa Sawit .....	27
Gambar 3.2 Plastik.....	27
Gambar 3.3 Katalis CaO .....	28
Gambar 3.4 Katalis Zeolit.....	28
Gambar 3.5 Alat Utama Pirolisi.....	29
Gambar 3.6 <i>Thermocouple</i> .....	31
Gambar 3.7 Stopwatch .....	31

Gambar 3.8 Timbangan digital .....	32
Gambar 3.9 Kunci Ring 14 dan 12.....	32
Gambar 3.10 Gunting.....	33
Gambar 3.11 Gelas ukur 250 ml .....	33
Gambar 3.12 Gelas ukur 30 ml .....	34
Gambar 3.13 Selang.....	34
Gambar 3.14 Pompa Air Aquarium .....	35
Gambar 3.15 Terminal Listrik.....	35
Gambar 3.16 pH Meter .....	36
Gambar 3.17 Bomb Calorimeter .....	37
Gambar 3.18 Viscometer .....	38
Gambar 3.19 QP2010 SHIMADZU.....	39
Gambar 3.20. Diagram Alur Penelitian.....	42
Gambar 3.21 Grafik Senyawa Hasil Uji GC-MS.....	49
Gambar 4.1 Pengaruh Temperatur pada Kuantitas Produk Pirolisis.....	50
Gambar 4.2 Pengaruh Temperatur pada Densitas <i>Pyrolytic-Oil</i> .....	52
Gambar 4.3 Pengaruh Temperatur pada Keasaman <i>Pyrolytic-Oil</i> .....	54
Gambar 4.4 Pengaruh Temperatur pada Viskositas <i>Pyrolytic-Oil</i> .....	56
Gambar 4.5 Nilai Kalor <i>Pyrolytic-Oil</i> .....	58
Gambar 4.6 GC-MS <i>Pyrolytic-Oil</i> .....	59
Gambar 4.7 Gas Cromatografi variasi temperatur (a). 425°C dan (b). 450°C .....	60
Gambar 4.8 Penggolongan Unsur Karbon pada <i>Pyrolytic-Oil</i> .....	62

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil ultimate dan proximate pada cangkang kelapa sawit .....	9
Tabel 2.2 Karakteristik Plastik.....	12
Tabel 2.3 Temperatur Transisi dan Temperatur Lebur Plastik .....	13
Tabel 3.1 Spesifikasi Timbangan digital.....	32
Tabel 3.2 Spesifikasi pH Meter.....	36
Tabel 3.3 Spesifikasi Alat Uji Nilai Kalor .....	37
Tabel 3.4 Spesifikasi Viscometer Brookfield Viscometer Digital DV-II + PRO .....	38
Tabel 3.5 Spesifikasi QP2010 SHIMADZU .....	40
Tabel 3.6 Variasi Temperatur Pengujian Pirolisis .....	45
Tabel 4.1 Golongan, Senyawa dan Area <i>Pyrolytic-Oil</i> .....	61

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuantitas Produktivitas.....	69
Lampiran 2. Nilai Densitas Pyrolytic-Oil .....	69
Lampiran 3. Nilai Keasaman Pyrolytic-Oil .....	69
Lampiran 4. Viskositas Pyrolytic-Oil .....	70
Lampiran 5. Nilai Kalor Pyrolytic-Oil .....	70
Lampiran 6. Senyawa Penyusun Pyrolytic-Oil (GC-MS) temperatur 400 °C .....	71
Lampiran 7. Senyawa Penyusun Pyrolytic-Oil (GC-MS) temperatur 425 °C .....	75
Lampiran 8. Senyawa Penyusun Pyrolytic-Oil (GC-MS) temperatur 450 °C .....	79
Lampiran 9. Senyawa Penyusun Pyrolytic-Oil (GC-MS) temperatur 475 °C .....	83
Lampiran 10. Senyawa Penyusun Pyrolytic-Oil (GC-MS) temperatur 500 °C .....	87

## DAFTAR NOTASI DAN SATUAN

Cm	= Centimeter
Cal/g	= Calori per gram
°C	= Celcius
g	= Gram
K	= Kelvin
kg	= Kilogram
Kal/g	= Kalori per gram
KJ/kg	= Kilojoule per kilogram
µm	= Mikrometer
mm	= Milimeter
ml	= Mililiter
min	= Menit ( Minute )
MJ/Nm <sup>3</sup>	= Megajoule per Newton meter kubik
MJ/kg <sup>-1</sup>	= Megajoule per kilogram kuadrat minus satu
MJ/kg	= Megajoule per kilogram
MPa	= Megapascal
%	= Persen
% wt	= Persen Berat ( Weight Percent )
Rpm	= Rotasi per menit ( Revolution per Minute )
Sec	= Detik ( Second )