

## HALAMAN JUDUL

**PENGARUH PERSENTASE CAO DAN ZEOLIT ALAM SEBAGAI KATALIS  
PADA PIROLISIS CAMPURAN CANGKANG SAWIT DAN PLASTIK  
TERHADAP SIFAT FISIK DAN KIMIA *PYROLYTIC OIL***

Diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik



Disusun oleh :

**Suharko**

**20140130148**

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

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**Pengaruh Persentase Cao dan Zeolit Alam Sebagai Katalis pada Pirolisis  
Campuran Cangkang Sawit dan Plastik Terhadap Sifat Fisik dan Kimia  
*Pyrolytic Oil***

***The Effect of The Percentage CaO and Natural Zeolite as Catalyst on Mixture  
Pyrolysis of Palm Shells and Plastic Againsts The Character of Physical and  
Chemical Pyrolytic Oil***

Dipersiapkan dan disusun Oleh :

**Suharko  
20140130148**

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal, 11 Agustus 2018

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

**Thoharudin, S.T., M.T.  
NIK. 19870410 201604 123 097**

**Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng.  
NIK. 19660616 199702 123 033**

Penguji

**Novi Caroko, S.T., M.Eng.  
NIP. 19791113 200501 1 001**

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar sarjana

Tanggal, Agustus 2018

Mengesahkan,  
Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY

**Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.  
NIK. 19740302 200104 123049**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : **Suharko**

NIM : **20140130148**

Menyatakan bahwa tugas akhir ini dengan judul **“Pengaruh Persentase Katalis CaO Dan Zeolit Alam Sebagai Katalis Pada Pirolisis Campuran Cangkang Sawit Dan Plastik 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

**Suharko**  
**20140130148**

## MOTTO



- 1) **“Urip iku urup (Hidup itu nyala)”**
- 2) **“Menjalankan aktivitas dengan keyakinan beserta semangat yang tinggi dan tak lupa selalu berbahagia”**

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan nikmat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi sebagai salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang berjudul **“PENGARUH PERSENTASE CAO DAN ZEOLIT ALAM SEBAGAI KATALIS PADA PIROLISIS CAMPURAN CANGKANG SAWIT DAN PLASTIK TERHADAP SIFAT FISIK DAN KIMIA *PYROLYTIC OIL*”**. Pirolisis adalah proses dekomposisi kimia bahan organik (cangkang sawit) maupun anorganik (plastik) melalui pemanasan dengan tanpa adanya oksigen. Hasil akhir pirolisis yang dituju merupakan *pyrolytic oil*, namun kebanyakan *pyrolytic oil* masih mengindikasikan tingginya kadar oksigen, air dan tingkat keasaman. Oleh sebab itu upaya dalam meningkatkan kualitas *pyrolytic oil* dengan penambahan zat dalam proses pirolisis yaitu katalis. Penggunaan katalis dapat meningkatkan kualitas fisik dan kimia *pyrolytic oil* sesuai dengan yang diharapkan.

Penelitian ini dilakukan dengan penambahan katalis CaO dan zeolit alam sebanyak (450 g) 0%:100%, 25%:75%, 50%:50%, 75%:25%, 100%:0%. Bahan baku yang dipakai yaitu cangkang sawit 300 g dan plastik 300 g pada setiap variasinya. Pengujian yang dilakukan meliputi uji fisik (Densitas, keasaman, viskositas) dan uji kimia (Nilai kalor dan senyawa penyusun dengan GCMS).

Selama penyusunan skripsi ini hingga selesai, penyusun banyak mendapatkan bantuan, saran, kritik, maupun bimbingan dari berbagai pihak. Dalam penulisan skripsi ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kedua Orang Tua Bpk. Kasnuri dan Ibu Djumi yang tercinta telah membesarkan, membimbing, mendo'akan dan selalu memberikan kasih sayang yang tiada ternilai harganya, selalu memberikan dukungan secara moril dan materi.

2. Bapak Berli P. Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc,Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Bapak Thoharudin, S.T., M.T. Selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu dan dengan sabar membimbing penyusun dalam memberikan masukan hingga selesai skripsi.
4. Bapak Muhammad Nadjib, S.T., M.Eng. Selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan masukan dan bimbingan selama proses pengerjaan skripsi.
5. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng. Selaku dosen penguji yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan kritik dan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi.
6. Segenap dosen dan pengajar program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Kakak kandung Lukman Safari, Djadja Nurdjaman, Asih Kurniasih, Asep Wijaya yang telah memfasilitasi dan memberikan dukungan baik secara moril maupun materil selama kuliah hingga selesai.
8. Teman-teman satu team skripsi Taufik Fadilah, Rahmat Dwijayanto dan Maulana Wahyu Ayatullah yang telah bekerjasama serta memberikan motivasi dan dukungan baik secara moril maupun materil.
9. Teman seperjuangan Program Studi Teknik Mesin angkatan 2014

Akhir kata, penulis menyadari masih memiliki banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diperlukan serta pengembangan karya-karya selanjutnya demi mendekati kesempurnaan dalam penelitian.

Yogyakarta, 11 Agustus 2018

**Suharko**

## DAFTAR ISI

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

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

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

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI**

2.1 Tinjauan Pustaka .....	5
2.2 Landasan Teori.....	7
2.2.1 Pirolisis .....	7
2.2.2 Cangkang Sawit .....	12
2.2.3 Plastik.....	13
2.2.4 Katalis .....	16
2.2.5 Golongan Senyawa .....	19
2.2.6 Karakteristik Bahan Bakar .....	24

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

3.1 Bahan Penelitian.....	28
3.2 Alat Penelitian.....	30
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	43
3.4 Prosedur Penelitian.....	46
3.4.1 Proses Kerja .....	46
3.4.2 Variasi Pengujian .....	47
3.4.3 Metode Pengambilan Data .....	48
3.5 Waktu dan Tempat Pelaksanaan .....	50

### **BAB 4 PEMBAHASAN**

4.1 Pengaruh Persentase Campuran Katalis CaO dan Zeolit Alam Terhadap Kuantitas Produk Hasil Pirolisis .....	51
4.2 Pengaruh Persentase Campuran Katalis CaO dan Zeolit Alam Terhadap Densitas <i>Pyrolytic Oil</i> .....	52
4.3 Pengaruh Persentase Campuran Katalis CaO dan Zeolit Alam Terhadap Derajat Keasaman <i>Pyrolytic Oil</i> .....	53
4.4 Pengaruh Persentase Campuran Katalis CaO dan Zeolit Alam Terhadap Nilai Viskositas <i>Pyrolytic Oil</i> .....	54
4.5 Pengaruh Persentase Campuran Katalis CaO dan Zeolit Alam Terhadap Nilai Kalor <i>Pyrolytic Oil</i> .....	56
4.6 Pengaruh Persentase Campuran Katalis CaO dan Zeolit Alam Terhadap Senyawa Penyusun <i>Pyrolytic Oil</i> .....	57
4.7 Penggolongan Unsur Karbon pada <i>Pyrolytic Oil</i> .....	60
4.8 Perhitungan Neraca Energi .....	60

### **BAB 5 PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	62
5.1 Saran.....	63



<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>64</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>68</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dekomposisi Kimia Pirolisis.....	8
Gambar 2.2 Reaktor <i>Fixed Bed</i> .....	10
Gambar 2.3 Reaktor <i>Bubbling Fluidized Bed</i> .....	11
Gambar 2.4 Reaktor <i>Circulating Fluidized Bed</i> .....	11
Gambar 2.5 Reaktor <i>Ultra – Rapid</i> .....	12
Gambar 2.6 Reaktor <i>Rotating Cone</i> .....	12
Gambar 2.7 Reaktor Nomor Kode Plastik .....	15
Gambar 2.8 Benzena .....	20
Gambar 2.9 <i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbon</i> .....	20
Gambar 2.10 Contoh Senyawa Alifatik .....	20
Gambar 2.11 Senyawa Siklik.....	21
Gambar 2.12 Contoh Senyawa Alkohol .....	21
Gambar 2.13 Contoh Senyawa Asam Karboksilat.....	22
Gambar 2.14 Struktur Kimia Keton .....	22
Gambar 2.15 Struktur Kimia Aldehid.....	23
Gambar 2.16 Struktur Kimia <i>Glycol</i> .....	23
Gambar 2.17 Struktur Kimia Furan .....	23
Gambar 2.18 Struktur Kimia Ester.....	24
Gambar 2.19 Struktur Kimia Phenol.....	24
Gambar 3.1 Cangkang Kelapa Sawit .....	28
Gambar 3.2 Plastik Setelah Dicacah .....	29
Gambar 3.3 Katalis CaO .....	29
Gambar 3.4 Katalis Zeolit Alam .....	30
Gambar 3.5 Skema Alat Pirolisis .....	30
Gambar 3.6 Reaktor Pirolisis .....	31
Gambar 3.7 Saluran Pipa Cair dan <i>Water Jacket</i> .....	32
Gambar 3.8 Tungku Reaktor.....	32
Gambar 3.9 <i>Thermocouple</i> .....	33

Gambar 3.10 <i>Control Panel</i> .....	33
Gambar 3.11 Pompa.....	34
Gambar 3.12 Selang <i>Water Jacket</i> .....	34
Gambar 3.13 <i>Heater Spiral</i> .....	35
Gambar 3.14 <i>Heater Radiant</i> .....	35
Gambar 3.15 Gelas Ukur.....	36
Gambar 3.16 Neraca Digital .....	36
Gambar 3.17 <i>Stopwatch</i> .....	37
Gambar 3.18 Botol <i>Pyrolytic Oil</i> .....	37
Gambar 3.19 Terminal Listrik .....	38
Gambar 3.20 Kunci Ring dan Pas.....	38
Gambar 3.21 Alat pH Meter.....	39
Gambar 3.22 Alat Uji Nilai Kalor.....	39
Gambar 3.23 Alat Uji Viskositas .....	40
Gambar 3.24 Alat GC-MS .....	41
Gambar 3.25 Diagram Alir Penelitian .....	43
Gambar 3.26 Grafik Senyawa Hasil Uji GC-MS.....	49
Gambar 4.1 Perbandingan Kuantitas Produk <i>Pyrolytic-oil, Char, Gas</i> serta <i>Wax</i> .....	51
Gambar 4.2 Perbandingan Persentase Campuran Katalis CaO dan Zeolit Alam Terhadap Densitas <i>Pyrolytic Oil</i> .....	52
Gambar 4.3 Perbandingan Persentase Campuran Katalis CaO dan Zeolit Alam Terhadap Derajat Keasaman <i>Pyrolytic Oil</i> .....	53
Gambar 4.4 Perbandingan Persentase Campuran Katalis CaO dan Zeolit Alam Terhadap Viskositas <i>Pyrolytic Oil</i> .....	55
Gambar 4.5 Perbandingan Persentase Campuran Katalis CaO dan Zeolit Alam Terhadap Nilai Kalor <i>Pyrolytic Oil</i> .....	56
Gambar 4.6 Pengaruh Persentase Campuran Katalis CaO dan Zeolit Alam Terhadap Senyawa Penyusun <i>Pyrolytic Oil</i> .....	56
Gambar 4.7 Susunan Senyawa Hidrokarbon dan Oksigenat pada <i>Pyrolytic oil</i> .....	58
Gambar 4.8 Penggolongan Unsur Karbon pada <i>Pyrolytic oil</i> .....	60

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Proximate Analysis, Ultimate Analysis</i> Cangkang Sawit.....	13
Tabel 2.2 <i>Proximate Analysis</i> Berbagai Sampah Plastik .....	14
Tabel 2.3 Nomor Kode dan Jenis Plastik serta Penggunaanya .....	15
Tabel 2.4 Karakteristik Bahan Bakar .....	24
Tabel 3.1 Spesifikasi Alat pH Meter.....	39
Tabel 3.2 Spesifikasi Alat Uji Nilai Kalor .....	40
Tabel 3.3 Spesifikasi Alat Viskositas .....	41
Tabel 3.4 Spesifikasi Alat GC-MS .....	42
Tabel 3.5 Variasi Pengujian Bahan Baku dengan Katalis.....	47
Tabel 4.1 Komposisi Senyawa dari <i>Pyrolytic Oil</i> .....	59

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuantitas *Pyrolytic Oil*.

Lampiran 2. Nilai Densitas *Pyrolytic Oil*.

Lampiran 3. Nilai pH *Pyrolytic Oil*.

Lampiran 4. Nilai Viskositas *Pyrolytic Oil*.

Lampiran 5. Nilai Kalor *Pyrolytic Oil*.

Lampiran 6. Data Uji GCMS CaO 25%, Zeolit Alam 75%

Lampiran 7. Data Uji GCMS CaO 50%, Zeolit Alam 50%

Lampiran 8. Data Uji GCMS CaO 75%, Zeolit Alam 25%

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

%	= <i>Percent</i>
°C	= Derajat Celcius
gr	= Gram
gr/ml	= Gram per Mililiter
cSt	= Centistokes
cP	= Centipoise
pH	= Potensial Hidrogen
MJ/kg	= Megajoule per Kilogram
kg/m <sup>3</sup>	= Kilogram per Meterkubik
mm <sup>2</sup> /s	= Milimeter kuadrat per <i>second</i>
µm	= Mikrometer
cm	= Centimeter
% wt	= Persen Berat
mL/min	= Milimeter per <i>minute</i>
cm/sec	= Centimeter per <i>Second</i>
kPa	= Kilopascal
min	= <i>Minute</i> atau Menit
Sec	= <i>Second</i> atau Detik