

**STUDI EKSPERIMENTAL PIROLISIS LAMBAT BATUBARA
DAN PLASTIK *LOW DENSITY POLYETHYLENE* DENGAN
KATALIS ZEOLIT ALAM**

Tugas Akhir

Diajukan Guna Persyaratan Untuk Mencapai Gelar Drajat Strata-1 Pada
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh:

Wahyu Haryono

2012 013 0043

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2016

**STUDI EKSPERIMENTAL PIROLISIS LAMBAT BATUBARA
DAN PLASTIK *LOW DENSITY POLYETHYLENE* DENGAN KATALIS
ZEOLIT ALAM**

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Wahyu Haryono

2012 013 0043

Telah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji

Pada Tanggal, 27 Desember 2016

Susunan Tim Penguji:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Novi Caroko, S.T., M.Eng.
NIP. 19791113 20051 1001

Thoharudin, S.T., M.T.
NIK. 19870410 201510 123088

Dosen Penguji

Ir.Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 19700301 199509 123022

Tugas Akhir Ini Telah Diterima

Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Tanggal

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Mesin

Fakultas Teknik Muhammadiyah Yogyakarta

Novi Caroko, S.T., M.Eng.
NIP. 19791113 20051 1001

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik hasil pirolisis lambat campuran batubara dan plastik dengan dan tanpa katalis. Katalis yang digunakan adalah jenis zeolit alam. Batubara ditumbuk dengan ukuran mesh -6 +8 dan dicampur dengan plastik yang berasal dari sampah kantong plastik dengan persentase 0%, 10%, 20% dan 30%. Bahan baku campuran batubara dan plastik dimasukkan dalam reaktor pirolisis, ditambah dengan katalis zeolit alam kemudian dipanaskan hingga temperatur 400°C, 450°C dan 500°C.

Gas hasil pirolisis tersebut didinginkan hingga terbentuk kondensat pada wadah pendingin dan kemudian dilakukan pengujian GCMS. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa dengan semakin besar temperatur, konversi campuran bahan baku semakin besar yang ditandai dengan semakin rendahnya arang yang terbentuk. Selain itu, dengan penambahan plastik pada pirolisis dapat memperbanyak rantai *alkane* dan menurunkan persentase golongan PAH. Penambahan katalis zeolit alam berdampak pada tingginya persentase golongan *alcohol* dan penurunan golongan *alkene*.

Keywords—pirolisis; batubara; plastik; zeolit alam; GCMS

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi 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, 27 Desember 2016

Wahyu Haryono

20120130043

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Kesuksesan Berbanding Lurus Pada Usaha Yang Dilakukan

Untuk Mendapatkan Kesuksesan, Keberanianmu Harus Lebih Besar Dari Ketakutanmu

Kegagalan Hanya Terjadi Bila Kita Menyerah

PERSEMBAHAAN

Bismillahirrohmanirrohim, dengan menyebut nama Allah yang lagi maha pengasih dan lagi maha penyayang, serta maha pemberi nikmat, penulis mempersembahkan skripsi ini untuk:

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahNya, sehingga saya diberikan kelancaran untuk bisa menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar.
2. Kedua orangtua, yang tak henti-hentinya memberikan kasih sayang, do'a, motivasi, dan dukungan.
3. Yuyun Kurnia Dewi, yang memberi semangat dan motivasi.
4. Wahyu Indra Pratama, Muhammad Fatkhi, Rizky Arief Budiman, Bagus Triaji, Hidayat Jati Asmara, dan teman-teman yang lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
5. Kepada bapak Chairul, yang telah mengarahkan dan membimbing selama kuliah dikota Yogyakarta.
6. Satrio Prabowo, Mami Triwahyuni, yang telah memberi semangat, do'a, motivasi.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warohmatullah wabarkatuh,

Puji syukur khadirat Allah SWT yang tiada hentinya memberikan rahmat, nikmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga pelaksanaan laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Solawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun kita dari zaman jahiliyah ke jaman yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti saat ini kita rasakan.

Penelitian ini membahas tentang pirolisis lambat batubara dan plastik *low density polyethylene* dengan katalis zeolit alam. Pirolisis batubara dan plastik adalah sumber energi terbarukan yang bertujuan dapat menghemat minyak bumi dunia. Batubara dan plastik di pirolisis karena dalam segi penggunaannya batubara dan plastik memiliki keterbatasan, antara lain penggunaannya tidak fleksibel, semisal tidak dapat digunakan sebagai bahan bakar pada mesin pembakaran dalam. Maka dari itu teknologi yang paling sederhana dan mudah untuk dilakukan adalah melalui proses pirolisis.

Laporan tugas akhir ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Novi Caroko, S.T., M.Eng. Selaku kepala program studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Juga selaku pembimbing I yang telah bersedia memberikan bimbingan dan saran yang bermanfaat.
2. Bapak Thoharudin, S.T., M.T. Selaku pembimbing II yang telah bersedia memberikan bimbingan dan saran yang bermanfaat.
3. Bapak Ir.Aris Widyo Nugroho, S.T., M.T., Ph.D. Selaku dosen penguji yang telah bersedia memberikan masukan dalam laporan tugas akhir.
4. Laboratorium teknik mesin, Bapak Joko Suminto dan Bapak Mujiarto atas bantuan penyediaan alat bantu sehingga tugas akhir berjalan dengan lancar.

5. Seluruh pihak yang telah membantu, yang tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan oleh penulis demi perbaikan laporan ini, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penyusun dan teman-teman mahasiswa yang lain.

Wassalamu'alaikum warohmatullah wabarkatuh.

Yogyakarta, 27 Desember 2016

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
INTISARI	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Dasar Teori.....	10
2.2.1 Pengertian Pirolisis	10
2.2.2 Batubara	15
2.2.3 Plastik.....	18
2.2.4 Plastik LDPE.....	19

2.2.5 Zeolit	20
2.2.6 Zeolit Alam	21
2.2.7 Penggunaan Zeolit Alam sebagai Pirolisis	22
BAB III METODE PENELITIAN.....	24
3.1. Tempat Penelitian.....	24
3.2. Bahan dan Alat Penelitian	24
3.2.1 Batubara	24
3.2.2 Plastik LDPE	24
3.2.3 Katalis.....	25
3.2.4 Alat Penelitian	26
3.3. Metode Penelitian.....	29
3.4. Variasi Pengujian	32
3.5. Metode Pengambilan Data	33
3.6. Penggolongan Sampel Uji	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Distribusi Temperatur Pirolisis Terhadap Waktu.....	35
4.2 Pengaruh Temperatur Pirolisis	37
4.3 Pengaruh Persentase Plastik	39
4.4 Pengaruh Katalis Zeolit Alam	42
4.5 Sifat Kimia Produk Cair Pirolisis	44
BAB V PENUTUP.....	48
5.1. Kesimpulan	48
5.2. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Peralatan Eksperimen untuk Pirolisis Limbah Plastik	5
Gambar 2.2 Eksperimental dari Proses Pirolisis	7
Gambar 2.3 Reaktor Pirolisis	9
Gambar 2.4 Reaktor <i>Fixed or moving bed</i>	11
Gambar 2.5 Reaktor <i>Bubbling fluidized bed</i>	12
Gambar 2.6 Reaktor <i>Circulating fluidized bed</i>	12
Gambar 2.7 Reaktor <i>Ultra – rapid pyrolyzer</i>	13
Gambar 2.8 Reaktor <i>Rotating cone</i>	13
Gambar 2.9 Reaktor <i>Ablative pyrolyzer</i>	14
Gambar 2.10 Reaktor <i>vacuum pyrolyzer</i>	15
Gambar 3.1 Batubara Bituminus	24
Gambar 3.2 Plastik LDPE	25
Gambar 3.3 Katalis Zeolit Alam	25
Gambar 3.4 Tabung Nitrogen dan Regulator	26
Gambar 3.5 Timbangan	26
Gambar 3.6 Palu	27
Gambar 3.7 Gunting	27
Gambar 3.8 Kunci 14	27
Gambar 3.9 kunci Inggris	28
Gambar 3.10 Gelas Ukur	28
Gambar 3.11 Sarung Tangan	28

Gambar 3.12 Diagram Alir Pengujian	31
Gambar 3.13 Puncak <i>Peak</i> GCMS.....	33
Gambar 4.1 Perubahan Temperatur Pirolisis Terhadap Waktu	36
Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Hasil Pirolisis pada Temperatur 400, 450, dan 500°C	38
Gambar 4.3 Pengaruh Persentase Plastik Terhadap Hasil Pirolisis	41
Gambar 4.5 Persentase Hasil Pirolisis Menggunakan Katalis Zeolit Alam.....	43
Gambar 4.6 Hasil Pengujian GCMS cairan Pirolisis	45
Gambar 4.7 Pembentukan senyawa golongan <i>Alkene</i> menjadi senyawa golongan <i>Alkane</i> dan <i>Alcohol</i>	47

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produksi Minyak dan Gas 2005-2015.....	1
Tabel 2.1 Perbandingan Produk	6
Tabel 2.2 Sifat Minyak <i>Diesel</i> dari Sampah Plastik	7
Tabel 2.3 Nilai Kalor Hasil Pengujian	8
Tabel 2.4 Data Senyawa Bahan Bakar Cair dari Sampah Plastik	8
Tabel 2.5 Data Analisis <i>Proximate</i> Batubara.....	17
Tabel 2.6 Data Analisis <i>Ultimate</i> Batubara.....	18
Tabel 2.7 Analisis <i>Proximate</i> dan <i>Ultimate</i> LDPE.....	20
Tabel 3.1 Variasi Pengujian Penelitian.....	32
Tabel 3.2 Penggolongan Sampel.....	34
Tabel 4.1 Komposisi Produk Cair Pirolisis.....	46