

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI SUDUT ORIENTASI KONDENSOR (0°, 15°, Dan
30°) DENGAN KONFIGURASI ALIRAN *COUNTER FLOW* DAN DEBIT
AIR 6 LPM TERHADAP HASIL PIROLISIS PLASTIK LDPE**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1

Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

Riza Adnan

(20140130030)

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2018



LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

Pengaruh Variasi Sudut Orientasi Kondensator (0° , 15° , dan 30°) Dengan
Konfigurasi Aliran *Counter Flow* Dan Debit Air 6 LPM Terhadap Hasil
Pirolisis Plastik LDPE

*Effect of Condenser Orientation Angle Variation (0° , 15° , and 30°) With
Counter Flow And 6 LPM Flow Discharge Design To LDPE Plastic Pyrolysis
Results*

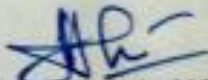
Dipersiapkan dan disusun oleh:

Riza Adnan
20140130030

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal, 23 Juli 2018

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Dr. Ir. Sedaria, M.T.
NIK. 19620904 2000104 123050


Tito Hadji Agung Santoso, S.T., M.T.
NIK. 19720222 200310 123054

Penguji


Thoharudin, S.T., M.T.
NIK. 19870410 201604 123097

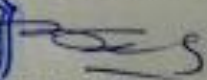
Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana

Tanggal, 6 Agustus 2018



Mengetahui,

Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY


Berli Permana Kamil, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIK. 19740302 200104 123049

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Riza Adnan
NIM : 20140130030
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir yang berjudul "PENGARUH VARIASI SUDUT ORIENTASI KONDENSOR (0° , 15° , Dan 30°) DENGAN KONFIGURASI ALIRAN *COUNTER FLOW* DAN DEBIT AIR 6 LPM TERHADAP HASIL PIROLISIS PLASTIK LDPE" ini adalah karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka.



MOTTO

“Ilmu bisa menjadi dua mata pisau yang saling berlawanan. Orang bisa menjadi baik dengan ilmu dan juga dapat menjadi jahat dengan ilmu, bisa menjadi takabur dengan ilmu dan juga menjadi rendah hati dengan ilmu.”

(DR.Bakr bin Abdullah Abu Zaid)

“Fanatik itu ciri orang bodoh, sebagai umat islam kita harus tunjukkan bisa bekerjasama dengan siapapun.”

(K.H. Ahmad Dahlan)

“Kebenaran suatu hal tidaklah ditentukan oleh berapa banyak oarang yang mempercayainya.”

(K.H. Ahmad Dahlan)

PERSEMBAHAN

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Dengan segala puji dan syukur kepada Allah SWT dan atas doa dari orangtua dan orang-orang terdekat yang tercinta, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Oleh karena itu dengan rasa syukur dan bangga saya persembahkan Tugas Akhir ini kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat hidayah inayah sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini tepat waktu.
2. Kedua orangtua saya yang tercinta, Bapak Ngadimin dan Ibu Welasiasih yang telah memberikan kasih sayang yang tak terhingga, nasihat setiap waktu serta motivasi dan doa yang selalu dipanjatkan agar melihat akan keberhasilan saya dalam menyelesaikan pendidikan ini.
3. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Bapak Dr., Ir. Sudarja, M.T. selaku Pembimbing I Tugas Akhir. Terimakasih atas waktu bimbingan, masukan ide serta penjelasnya.
5. Bapak Tito Hadji Agung Santoso, S.T., M.T. selaku Pembimbing II Tugas Akhir. Terimakasih atas waktu bimbingan, masukan ide serta penjelasnya.
6. Bapak Thoharudin, S.T., M.T. selaku Penguji Pendadaran Tugas Akhir. Terimakasih atas masukan-masukanya.
7. Kedua kakak adik saya juga kedua kakak adik ipar saya Mbak Din Azwar Uswatun Mas Rohmat Widyanto dan Dek Hanif Fanani, Dek Dayah Apriliyani terimakasih atas dukungan dan doa yang telah kalian berikan dari awal menempuh pendidikan perguruan tinggi negeri sampai selesai.
8. Teman-teman sahabat "Konco Kenthel" Herlambang, Daris, Yoppy, Andy, Anis, Hanifah, Lutfhi, Wika, Riana terimakasih atas kebersamaanya selama ini dan doa yang kalian panjatkan sampai saya menyelesaikan pendidikan di perguruan tinggi ini.

9. Teman-teman teknik mesin UMY angkatan 2014 khususnya kelas A terimakasih atas kebersamaanya selama menempuh pendidikan dan berjuang di Teknik Mesin UMY. Semoga sukses dan sehat selalu.
10. Teman-teman teknik mesin UMY angkatan 2014 terimakasih atas kebersamaanya selama menempuh pendidikan dan berjuang di Teknik Mesin UMY.
11. Bibit Hariadi, S.T. selaku rekan berjuang dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
12. Ahmad Abdu Rozak, S.T. selaku rekan berjuang dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
13. Ali Uli Nuha selaku rekan berjuang dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
14. Segenap Dosen dan Laboran Teknik Mesin, terimakasih atas bimbingan dan pelajaran yang telah diberikan selama ini.
15. Seluruh Staf dan Karyawan UMY atas segala keramahan pelayanan akademik yang diberikan selama ini.
16. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Tugas Akhir ini.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum wr.wb

Puji syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat dan karunianya, Shalawat serta salam selalu kita limpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam*, sehingga laporan Tugas Akhir/Skripsi ini telah selesai disusun. Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan karya ilmiah yang disusun untuk syarat memperoleh gelar kesarjanaan S1 pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Secara umum Tugas Akhir/Skripsi ini berisi tentang Pengaruh Variasi Sudut Orientasi Kondensor (0° , 15° , Dan 30°) Dengan Konfigurasi Aliran *Counter Flow* Dan Debit Air 6 LPM Terhadap Hasil Pirolisis Plastik LDPE. Penelitian bertujuan untuk menanggulangi pencemaran lingkungan dari limbah sampah plastik, dan cara penanganan atau pemanfaatan limbah plastik yang optimal. Tugas Akhir/Skripsi ini juga dilengkapi dengan hasil pengujian yang dibandingkan dengan pengujian orang lain tentang pirolisis berbahan baku plastik.

Penulis juga berharap bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini bisa bermanfaat untuk masyarakat dan khususnya untuk dunia pendidikan yang bisa dijadikan referensi dalam penelitian tentang pirolisis plastik, sehingga masyarakat pada umumnya dapat mengetahui bagaimana pemanfaatan sampah plastik yang benar.

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir/Skripsi ini dan penulis juga sangat mengharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca sehingga bisa menjadi masukan bagi penulis guna penyusunan karya-karya selanjutnya.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat, nikmat, hidayah, inayah serta taufiq-Nya kepada kita semua sehingga kita senantiasa mendapatkan ridho-Nya.

Wasalamu'alaikum wr.wb

Yogyakarta, 23 Juli 2018

Penulis

INTISARI

Sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia yang berupa zat organik maupun anorganik bersifat dapat terurai atau tidak dapat terurai yang dianggap sudah tidak berguna lagi dan dibuang ke lingkungan. Dari berbagai jenis sampah yang dihasilkan yang menjadi permasalahan yaitu jenis sampah plastik, plastik merupakan jenis sampah yang tidak dapat terurai dan dapat menimbulkan berbagai macam pencemaran lingkungan. Pengolahan sampah plastik dengan menggunakan metode pirolisis merupakan cara yang efektif untuk mengurangi sampah plastik. Proses pirolisis pengolahan sampah plastik menggunakan variasi sudut orientasi kondensor 0°, 15°, dan 30°. Sampah plastik apabila diolah menggunakan alat pirolisis dapat mengubah asap menjadi asap cair atau bahan bakar minyak plastik, maka dapat menghasilkan bahan bakar minyak yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Metode pengambilan data dilakukan dengan memvariasikan sudut orientasi kondensor 0°, 15°, dan 30° dengan menggunakan debit aliran pendingin 6 LPM. Proses pirolisis pada penelitian ini menggunakan jenis plastik LDPE (*Low Density Polyethylene*) sebanyak 3 kg. Plastik yang sudah diotong kecil-kecil kemudian dimasukkan kedalam reaktor pemanasan, proses pirolisis plastik tersebut memerlukan temperatur 200° C-400° C. Lama waktu proses pirolisis yaitu sampai minyak tidak menetes atau dalam waktu 100 menit.

Hasil percobaan menunjukkan pada sudut 0° menghasilkan minyak 430 ml dengan sisa arang pemanasan seberat 184 gr, kemudian pada sudut 15° menghasilkan minyak 610 ml dan sisa arang pembakaran seberat 142 gr, dan pada sudut 30° menghasilkan minyak 570 ml dengan sisa arang pemanasan seberat 158 gr. Minyak pirolisis plastik memiliki nilai kalor 10935,20 cal/g, viskositas 2,5 mm²/s, densitas 0,8 g/ml, dan *flash point* 32,6 °C. Karakteristik minyak pirolisis tersebut mendekati dari karakteristik bahan bakar minyak jenis solar dan minyak tanah.

Keywords : plastik, pirolisis, sudut orientasi, bahan bakar, karakteristik minyak

ABSTRACT

Of trash is the rest of the activities are to be implemented by oppression and evil deeds everyday been among those who were of an organic substance as well as nature of the decrees issued his head shall hang loose inorganic can be or were not able to his head shall hang loose that are presumably already will be of any benefit they took away and threw allowing guns and knives into. Of various types of rubble produced that has been a problem of plastic garbage whose fate has been sealed, plastic is the type of plastic garbage but the research will not be able to get broken down and can give rise to a variety of sorts of pollution of the environment. The process of pyrolysis of plastic waste treatment using variation of condenser orientation angle 0°, 15°, and 30°. Processing plastic garbage by using the method pyrolysis was an effective way to reduce plastic garbage. With processed using instrument pyrolysis that can turn smoke in the smoke liquid or fuel oil plastic, it can be the generation of fuel oil that can be used as alternative fuel.

A method of over the withdrawal of funds data was undertaken with varying aerospace space high orientation angles of a condenser 0°, 15°, and 30° with using a discharge the flow of a coolant 6 LPM. pyrolysis to research it uses plastic type LDPE (low density polyethylene) about 3 kg. Plastic that had already been small cutting was later incorporated a panorama of the reactor combustion, the pyrolysis process is plastic would need the wide range of temperatures 200 °C-400 °C. For too long a time the pyrolysis process is promised to supply until oil do not trickle or in time 100 minutes of an enthralling first.

The results of experiments conducted show at an angle 0° produces a volatile oil 430 ml with a final surge of ashes by burning equal to the weight of 184 gr, Then at an angle 15° produces a volatile oil 610 ml and the rest of the ashes by burning equal to the weight of 142 gr, And at an angle 30° produces oil 570 ml with the rest of ashes by burning weight 158 gr. Plastic industries were the biggest oil pyrolysis having the value of the heat engine 10935,20 cal /g, of viscosity 2,5 mm² /s, its density 0,8 g/ml, and the flash point 32,6 °C. Characteristic of pyrolysis oil entrusted plantation approach them from material characteristics fuel oil for the type of diesel and for kerosene .

Keywords: *plastic, pyrolysis, angles orientation, fuel, characteristic of oil*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR NOTASI	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.5.1 Bagi Mahasiswa.....	3
1.5.2 Bagi Akademik	3
1.5.3 Bagi Industri	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori.....	10
2.2.1 Plastik	10
2.2.1.1 Pengertian Plastik	10
2.2.1.2 Jenis-Jenis Plastik.....	11
2.2.1.3 Sampah Plastik.....	13
2.2.2 Pirolisis	13
2.2.3 Bahan Bakar Cair.....	15

2.2.3.1 Karakteristik Bahan Bakar	15
2.2.4 Perpindahan Kalor	17
2.2.4.1 Perpindahan Kalor Konduksi	17
2.2.4.2 Perpindahan Kalor Konveksi	18
2.2.4.3 Perpindahan Kalor Radiasi	19
2.2.5 Perpindahan Kalor Pada Kondensor	20
2.2.6 Tipe Penukar Kalor	21
BAB III METODE PENELITIAN	26
3.1 Bahan Penelitian	26
3.1.1 Plastik Jenis <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE)	26
3.1.2 <i>Liquid Petroleum Gas</i> (LPG)	26
3.1.3 Air Pendingin	27
3.2 Alat Penelitian	27
3.2.1 Instalasi Alat Pirolisis	27
3.2.2 Pemotong Plastik (Gunting)	32
3.2.3 Gelas Ukur	32
3.2.4 Timbangan	33
3.2.5 <i>Stopwatch</i>	33
3.2.6 Timbangan Digital	33
3.2.7 <i>Bomb Calorimeter</i>	34
3.2.8 <i>Viscometer</i>	35
3.2.9 Alat Uji <i>Flash Point</i>	36
3.3 Parameter Penelitian	36
3.4 Jalanya Penelitian	36
3.4.1 Persiapan Sebelum Percobaan	37
3.4.2 Proses Pirolisis Plastik	39
3.4.3 Pengujian Hasil Minyak Pirolisis	40
3.4.4 Pelaksanaan Setelah Percobaan	40
3.5 Pengujian Hasil Bahan Bakar Cair	40
3.5.1 Pengujian Viskositas	40
3.5.2 Pengujian Nilai Kalor	41

3.5.3 Pengujian Densitas.....	41
3.5.4 Pengujian <i>Flash Point</i>	41
3.6. Data Penelitian	42
3.7. Teknik Analisa Data.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Data Hasil Pengujian.....	45
4.2 Korelasi Waktu Terhadap Hasil Minyak Dan Temperatur Reaktor....	47
4.3 Perbandingan Dengan Penelitian Sebelumnya.....	50
4.4 Korelasi Waktu Terhadap Laju Perpindahan Panas.....	52
4.5 Presentase Hasil Minyak Dan Sisa Arang Pada Bahan.....	55
4.6 Karakteristik Hasil Minyak Pirolisis.....	55
BAB V PENUTUP.....	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Nomor Kode Plastik	13
Gambar 2.2 Perpindahan Kalor Konduksi	18
Gambar 2.3 Perpindahan Kalor Konveksi	19
Gambar 2.4 Perpindahan Kalor Pada Radiasi	20
Gambar 2.5 Perpindahan Kalor Pada Kondensor	21
Gambar 2.6 Skema <i>Counter Flow</i> (Chengel, 2003).....	22
Gambar 2.7 Skema <i>Parallel Flow</i> (Chengel, 2003).....	23
Gambar 2.8 Grafik Distribusi Temperatur <i>Parallel Flow</i>	24
Gambar 2.9 Grafik Distribusi Temperatur <i>Counter Flow</i>	25
Gambar 3.1 Potongan Plastik LDPE.....	26
Gambar 3.2 Tabung LPG 3 kg	27
Gambar 3.3 Instalasi Alat Pirolisis	27
Gambar 3.4 Rangkaian Detail Kondensor	28
Gambar 3.5 Pompa Air	28
Gambar 3.6 Tungku Pemanasan	29
Gambar 3.7 Radiator	29
Gambar 3.8 Tabung Air Pendingin	29
Gambar 3.9 <i>Thermocouple Reader</i>	30
Gambar 3.10 <i>Flow Meter</i>	31
Gambar 3.11 Kondensor	31
Gambar 3.12 Reaktor	32
Gambar 3.13 Gelas Ukur.....	32
Gambar 3.14 Timbangan.....	33
Gambar 3.15 Timbangan Digital	34
Gambar 3.16 <i>Bomb Calorimeter</i>	34
Gambar 3.17 Viskositas NDJ 8S.....	35
Gambar 3.18 Rotor.....	35
Gambar 3.19 <i>Flash Point Tester</i>	36
Gambar 3.20 Diagram Alir Pengujian	37
Gambar 3.21 Diagram Alir Pengujian (Lanjutan).....	38

Gambar 4.1 Grafik Korelasi Waktu Dengan Hasil Minyak dan Temperatur Reaktor.....	47
Gambar 4.2 Grafik Akumulasi Keseluruhan Hasil Minyak Sudut 0°	48
Gambar 4.3 Grafik Akumulasi Keseluruhan Hasil Minyak Sudut 15°	49
Gambar 4.4 Grafik Akumulasi Keseluruhan Hasil Minyak Sudut 30°	50
Gambar 4.5 Grafik Korelasi Waktu Terhadap Nilai Laju Perpindahan Panas	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Minyak Pirolisis <i>Parallel Flow</i> (Wicaksono, 2017).....	5
Tabel 2.2 Hasil Minyak Pirolisis <i>Counter Flow</i> (Wicaksono, 2017).....	6
Tabel 2.3 Data Karakteristik Hasil Minyak (Andriyanto, 2017)	7
Tabel 2.4 Presentase Hasil Minyak, Abu, dan Gas (Andriyanto, 2017)	7
Tabel 2.5 Hasil Proses Pirolisis Plastik PP, PET dan PE (Surono, 2016)	8
Tabel 2.6 Perbandingan Karakteristik Minyak Pirolisis Dengan Minyak Lain (Ramadhan, 2012)	9
Tabel 2.7 Berat Jenis Minyak Hasil Pirolisis (Pani, 2017)	10
Tabel 2.8 Nilai Kalor Minyak Hasil Pirolisis (Pani, 2017).....	10
Tabel 2.9 Viskositas Minyak Hasil Pirolisis (Pani, 2017)	10
Tabel 2.10 Nilai Titik Nyala Api Minyak Hasil Pirolisis (Pani, 2017).....	10
Tabel 2.11 Hasil Pirolisis dan Perbandingan Konsumsi Gas LPG (Landi, 2017) .	11
Tabel 2.12 Nilai Densitas Dalam Berbagai Temperatur (Landi, 2017)	11
Tabel 2.13 Nilai Kalor Dalam Berbagai Temperatur (Landi, 2017).....	11
Tabel 2.14 Karakteristik Bahan Bakar Cair (Pertamina, 2016)	16
Tabel 3.1 Lembar Pengambilan Data.....	42
Tabel 4.1 Data Percobaan Sudut 0^0	44
Tabel 4.2 Data Percobaan Sudut 15^0	45
Tabel 4.3 Data Percobaan Sudut 30^0	46
Tabel 4.4 Perbandingan Pengujian Pirolisis Plastik.....	51
Tabel 4.5 Presentase Hasil Minyak Dan Sisa Arang.....	55
Tabel 4.6 Data Karakteristik Hasil Minyak	55

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

LPM	=	Debit air (Liter Per Menit)
T	=	Temperatur Fluida
BBM	=	Bahan Bakar Minyak
LPG	=	<i>Liquefied Petroleum Gas</i>
Q	=	Laju perpindahan kalor (Watt)
U	=	Koefesien perpindahan panas ($W / m^2 \cdot ^\circ C$)
A	=	Luas perpindahan panas (m^2)
m	=	Laju massa fluida (kg/s)
c	=	Kalor jenis air (4180 J / Kg $^\circ C$)
T ₃	=	Temperatur keluar fluida pendingin ($^\circ C$)
T ₂	=	Temperatur masuk fluida pendingin ($^\circ C$)
T ₁	=	Temperatur masuk fluida gas ($^\circ C$)
T ₄	=	Temperatur keluar fluida gas ($^\circ C$)
TR	=	Temperatur pada reaktor ($^\circ C$)
ΔT	=	Selisih temperatur masuk dan keluar
τ	=	Tegangan Geser (Pa)
du/dy	=	Gradien Kecepatan (m/s)