

**PENGARUH VARIASI SUDUT ORIENTASI KONDENSOR (0°, 15°, DAN  
30°) TERHADAP HASIL PIROLISIS PLASTIK ALUMUNIUM FOIL  
DENGAN DEBIT AIR PENDINGIN 6 LPM**

**SKRIPSI**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh :**

**Nur Muhammad Rifai  
(20130130279)**

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

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI**

**Pengaruh Variasi Sudut Kondensor ( $0^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$ , dan  $30^{\circ}$ ) Terhadap Hasil  
Pirolysis Limbah Plastik Alumunium Foil Dengan Debit Air Pendingin 6 Lpm**

***The Influence of Condenser Angle Variations ( $0^{\circ}$   $15^{\circ}$   $30^{\circ}$ ) on The Result of  
Pyrolyzed Plastic Alumunium Foil Waste With 6 LPM Coolant Water Flow  
Rate***

**Dipersiapkan dan disusun oleh :**

Nur Muhammad Rifai  
2013 013 0279

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Pada tanggal, 22 Desember 2017

**Pembimbing Utama**

Teddy Nurcahyadi, S.T., M.Eng.  
NIK. 19790106 200310 123053

**Pembimbing Pendamping**

Wahyudi, S.T., M.T.  
NIK. 19700823 199702 123032

**Penguji**

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

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

Tanggal, 2 Januari 2018

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi S-1 Teknik Mesin FT UMY**

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

**PERNYATAAN**  
**SURAT PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Muhammad Rifai  
NIM : 20130130279  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa sekripsi yang berjudul : **“PENGARUH VARIASI SUDUT ORIENTASI KONDENSOR (0<sup>0</sup>, 15<sup>0</sup>, 30<sup>0</sup>) TERHADAP HASIL PIROLISIS PLASTIK ALUMUNIUM FOIL DENGAN DEBIT AIR PENDINGIN 6 LPM”** ini adalah hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan 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.

Yogyakarta, Januari 2018

**Nur Muhammad Rifai**  
**20130130279**

## **MOTTO**

“Jangan berkecil hati jika tahap persiapanmu sedikit lebih lama dibanding temanmu. Sebab dengan kemampuanmu yang sekarang, pasti kamu tidak siap bertemu orang yang hebat dalam kehidupanmu ”

(Rachmat Cahaya Putra)

“Segala masalah tidak akan pernah selesai, jika kau hanya lari dari masalah itu.  
Hadapi masalahmu apapun bentuknya, Allah SWT selalu bersamamu dan menjagamu”

(Dwi Andri Wibowo)

“Jangan terlalu mencintai tubuhmu, kelak cacing akan kenyang menggerogoti jasadmu di makam kelak. Terus bekerja, jika perlu kamu tidak tidur untuk meraih kesuksesan”

(Indra Mamad Gandidi)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**Assalamu'alaikum Wr. Wb.**

Alhamdulillah dengan mengucap puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya serta atas do'a dari orang-orang yang tercinta, alhamdulillah Skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar - besarnya kepada :

1. Kedua orang tua yang sangat saya sayangi, Bapak Solatun dan Ibu Siti Mutingatun yang telah memberikan kasih sayang yang luar biasa, semangat motivasi serta do'anya yang selalu menantikan akan keberhasilan saya dalam menyelesaikan pendidikan ini.
2. Kakak dan adik saya Ika Wulan Sari, Nur Muhammad Rizki terimakasih atas dukungan, motivasi, nasehat, dan do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Teddy Nurcahyadi, S.T., M.Eng. selaku Pembimbing I Skripsi. Terima kasih atas bimbingan dan saran-saran serta masukan ide serta penjelasannya.
4. Bapak Wahyudi, S.T., M.T. selaku Pembimbing II Skripsi. Terima kasih atas bimbingan dan masukan-masukannya.
5. Bapak Tito Hadji Agung S., S.T., M.T. selaku Pengaji Skripsi. Terima kasih atas bimbingan dan masukan-masukannya.
6. Bapak Berli Paripurna Kaniel, S.T., M.M., M.Eng.Sc, Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
7. Teman-teman jurusan Teknik Mesin khususnya angkatan 2013 kelas E dan kelas F, terimakasih atas kebersamaannya, sifat humoris kalian, InsyaAllah saya tidak akan melupakan kalian semua. Semoga kelak kita semua akan menjadi orang yang sukses dan bermanfaat untuk Indonesia.

8. Eko Yugo Widodo, Andriansyah Kusnaery, Iqbal Nurhadi, dan Agus Malik Sugiarto selaku rekan seperjuangan dalam menyelesaikan penelitian Skripsi.
9. Teman-teman kelompok Tugas Akhir pirolisis terima kasih atas do'a dan dukungannya.
10. Segenap Dosen dan Laboran Teknik Mesin, Bapak Muji dan Bapak Joko terima kasih atas bimbingan dan pelajaran yang telah diberikan selama ini.
11. Seluruh Staf dan Karyawan UMY atas segala pelayanan akademiknya.
12. Om dan lilik saya yang telah memberikan semangat untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
13. Semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi ini.

**Wassalamu'alaikum Wr. Wb.**

## **INTISARI**

Sampah plastik masih menjadi masalah yang serius di beberapa negara belahan dunia, tidak terkecuali Indonesia. Sampah yang berasal dari plastik jumlahnya sangat besar. Penggunaan limbah sampah plastik adalah salah satu cara alternatif yang memungkinkan sebagai bahan penghasil energi. Tujuan penelitian ini dilakukan yaitu untuk mengolah limbah sampah plastik menjadi minyak yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan bakar.

Percobaan pirolisis ini menggunakan bahan limbah plastik alumunium foil sebanyak 3 kg. Setiap kali percobaan menggunakan 1 kg limbah ban yang sudah dipotong menjadi ukuran 5x5 cm. Suhu yang digunakan pada pengujian yaitu  $300^{\circ}\text{C}$ - $350^{\circ}\text{C}$  menggunakan pemanas yang berasal dari kompor gas. Debit air pendingin yang digunakan sebesar 6 LPM, dengan variasi sudut kondensor yang digunakan yaitu  $0^{\circ}$ ,  $15^{\circ}$ , dan  $30^{\circ}$ . Waktu yang dibutuhkan untuk pengujian 1 kg limbah plastik alumunium foil membutuhkan waktu 100 menit.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai laju perpindahan kalor tertinggi diperoleh pada sudut  $15^{\circ}$  sebesar 294,87 Watt, setelah itu sudut  $0^{\circ}$  sebesar 252,34 Watt dan sudut  $30^{\circ}$  sebesar 213,78 Watt. Produksi minyak dari bahan limbah plastik alumunium foil seberat 1 kg untuk setiap percobaan, untuk minyak tertinggi didapat pada percobaan sudut  $15^{\circ}$  menghasilkan minyak 309 ml dan sisa abu 309 gr. Sedangkan percobaan sudut  $0^{\circ}$  menghasilkan minyak 292 ml dan sisa abu 378 gr, dan pada percobaan sudut  $30^{\circ}$  menghasilkan minyak 224 ml dan sisa abu 489 gr. Karakteristik minyak plastik alumunium foil hasil pirolisis didapatkan nilai densitas sebesar 0,801 gr/ml, nilai viskositas sebesar 4,4 mPa.s, nilai kalor sebesar 10057,89 Cal/g, dan *flash point* sebesar  $45,7^{\circ}\text{C}$ .

Kata kunci : Pirolisis, plastik alumunium foil, sudut kemiringan kondensor.

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr.Wb*

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala nikmat dan karunianya, Shalawat serta salam selalu kita limpahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad *shallalahu'alaihi wasalam*, sehingga Skripsi ini telah selesai disusun. Skripsi ini merupakan karya ilmiah yang disusun untuk syarat memperoleh gelar Sarjana S1 pada program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Skripsi ini berisi tentang Pengaruh Sudut Kondensor Terhadap Hasil Proses Pirolisis Plastik Alumunium Foil. Skripsi ini juga membahas tentang karakteristik hasil minyak pirolisis plastik alumunium foil. Skripsi ini dilengkapi dengan proses-proses penelitian serta disertai dengan gambar-gambar dan grafik untuk memberikan pemahaman kepada pembaca agar mudah dimengerti. Skripsi ini juga dilengkapi dengan hasil pengujian yang dibandingkan dengan pengujian orang lain yang menguji tentang penelitian pirolisis plastik dengan bahan yang berbeda.

Penulis berharap bahwa Skripsi ini bisa bermanfaat untuk masyarakat, sehingga masyarakat dapat mengembangkan lebih lanjut tentang penggunaan energy dari sampah yang tidak dapat terurai ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan Skripsi ini dan penulis juga sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sehingga bisa menjadi masukan untuk penyusunan karya berikutnya.

Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat, nikmat, dan hidayah untuk kita semua sehingga senantiasa mendapat petunjuk-Nya.

***Wasalamualaikum Wr.Wb***

**Yogyakarta, Januari 2018**

**Penulis**

**Nur Muhammad Rifai**

**20130130279**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	iii
<b>MOTTO .....</b>	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	v
<b>INTISARI.....</b>	vii
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	viii
<b>DAFTAR ISI .....</b>	x
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	xiii
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	xiv
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI .....</b>	4
2.1 Tinjauan Pustaka .....	4
2.2 Dasar Teori .....	9
2.2.1 Pirolisis .....	9
2.2.2 Plastik Alumunium Foil .....	10
2.2.2.1 Pengertian Plastik Alumunium foil .....	10
2.2.2.2 Jenis-jenis Plastik .....	11
2.2.3 Bahan Bakar Cair .....	13
2.2.4 Karakteristik Bahan Bakar.....	14
2.2.4.1 Titik nyala ( <i>Flash Point</i> ) .....	14
2.2.4.2 Viskositas ( <i>Viscosity</i> ) .....	14
2.2.4.3 Nilai Kalor .....	16
2.2.4.4 Densitas .....	16

2.2.5 Tipe Aliran Sejajar ( <i>parallel flow</i> ) .....	17
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>18</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.1.1 Waktu Penelitian .....	18
3.1.2 Tempat Penelitian .....	18
3.2 Bahan penelitian.....	18
3.2.1 Plastik Alumunium Foil .....	18
3.2.2 <i>Liquefied Petroleum Gas (LPG)</i> .....	19
3.2.3 Air Pendingin.....	19
3.3 Alat penelitian.....	19
3.3.1 Bagian-Bagian Alat Pirolisis .....	21
3.3.2 Pompa Air.....	21
3.3.3 Kompor.....	22
3.3.4 Gelas ukur.....	22
3.3.5 Timbangan .....	23
3.3.6 Stopwatch .....	24
3.3.7 <i>Thermocouple Reader</i> .....	24
3.3.8 <i>Flow meter</i> .....	25
3.3.9 Radiator .....	26
3.3.10 Tabung Air Pendingin .....	26
3.3.11 Kondensor.....	27
3.3.12 Reaktor .....	29
3.3.13 <i>Viscometer NDJ 8S</i> .....	29
3.3.14 <i>Calorimeter</i> .....	31
3.3.15 <i>Flash Point Tester</i> .....	32
3.3.16 Timbangan Digital dan Gelas Ukur .....	32
3.3.17 Pipa dan Selang Air .....	33
3.3.18 Gunting .....	34
3.4 Parameter Penelitian.....	34
3.5 Teknik Pengumpulan Data .....	34
3.6 Proses Penelitian .....	35

3.6.1	Persiapan Sebelum Percobaan .....	36
3.6.2	Proses Pirolisis Plastik .....	37
3.6.3	Pengujian Hasil Minyak Pirolisis.....	38
3.6.4	Pelaksanaan Setelah Percobaan .....	38
3.7	Data Penelitian.....	38
3.8	Teknik Analisis Data.....	39
3.9	Pengujian Hasil Bahan Bakar Cair .....	40
3.9.1	Pengujian Viskositas .....	40
3.9.2	Pengujian Nilai Kalor .....	40
3.9.3	Pengujian Densitas .....	41
3.9.4	Pengujian Flashpoint .....	41
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	.....	42
4.1	Data Hasil Pengujian.....	42
4.2	Data Terkalibrasi.....	42
4.2.1	Percobaan 1, Debit 6 LPM sudut 0° .....	42
4.2.2	Percobaan 2, Debit 6 LPM sudut 15° .....	43
4.2.3	Percobaan 3, Debit 6 LPM sudut 30° .....	44
4.3	Korelasi Waktu Terhadap Hasil Minyak.....	45
4.4	Korelasi Waktu Terhadap Laju Pendinginan.....	47
4.5	Korelasi Hasil Minyak dan Sisa Abu Pada Bahan.....	50
4.6	Karakteristik Minyak Hasil .....	52
4.7	Perbandingan dengan Hasil Penelitian Sebelumnya .....	55
<b>BAB V PENUTUP</b>	.....	57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	58

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1. Skema Alat Pirolisis (Kadir, 2012).....	7
Gambar 2.2. Skema <i>Parallel Flow</i> (Cengel, 2003) .....	17
Gambar 3.1. Plastik Alumunium Foil ukuran 5 cm x 5 cm .....	18
Gambar 3.2. Tabung Gas LPG 3 kg.....	19
Gambar 3.3. Alat Pirolisis .....	20
Gambar 3.4. Pompa Air .....	21
Gambar 3.5. Kompor Gas .....	22
Gambar 3.6. Gelas Ukur 1000 ml.....	22
Gambar 3.7. Timbangan Digital Gantung .....	23
Gambar 3.8. Timbangan Digital Duduk.....	23
Gambar 3.9. <i>Stopwatch</i> .....	24
Gambar 3.10. <i>Thermocouple Reader</i> .....	25
Gambar 3.11. <i>Flow Meter</i> .....	25
Gambar 3.12. Radiator .....	26
Gambar 3.13. Tabung Air Pendingin.....	26
Gambar 3.14. Skema Kondensor .....	27
Gambar 3.15. Variasi Sudut Kondensor .....	28
Gambar 3.16. Reaktor.....	29
Gambar 3.17. Bagian-Bagian <i>Viscometer NDJ 8S</i> .....	30
Gambar 3.18. <i>Calorimeter</i> .....	31
Gambar 3.19. <i>Flash Point Tester</i> .....	32
Gambar 3.20 Densitas Tester .....	33
Gambar 3.21 Gelas Ukur 100 ml.....	33
Gambar 3.22 Gunting.....	34
Gambar 3.23 Diagram Alir Pengujian .....	36
Gambar 4.1. Grafik Korelasi Waktu Dengan Hasil Minyak .....	45
Gambar 4.2. Grafik Korelasi Waktu Terhadap Nilai Laju Pendinginan.....	48
Gambar 4.3. Grafik Persentase Minyak dan Sisa Abu dari Setiap Percobaan .....	51

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1. Hasil Pengujian Pirolisis (Santaweesuk dan Jayalertadun, 2017).....	4
Tabel 2.2. Viskositas Minyak Pirolisis (Santoso, 2010) .....	5
Tabel 2.3. Pirolisis Hasil Penelitian (Nurdianto dkk, 2016) .....	5
Tabel 2.4. Karakteristik Minyak Plastik Penelitian (Nurdianto dkk, 2016).....	6
Tabel 2.5. Karakteristik Minyak Plastik Penelitian (Nugraha dkk, 2013).....	6
Tabel 2.6. Hasil Pengujian Pirolisis (Kadir, 2012) .....	7
Tabel 2.7. Perbandingan Minyak Hasil Pirolisis Plastik LDPE .....	8
Tabel 2.8. Hasil <i>Flashpoint</i> (Dermanto, 2014).....	14
Tabel 3.1. Spesifikasi Pompa Air .....	21
Tabel 3.2. Spesifikasi Kompor .....	22
Tabel 3.3. Spesifikasi Termoreader .....	25
Tabel 3.4. Spesifikasi Viscometer NDJ 8S .....	30
Tabel 3.5. Spesifikasi Densitas .....	32
Tabel 3.6. Lembar Pengambilan Data Suhu dan Hasil Minyak Pirolisis.....	39
Tabel 4.1. Data Percobaan Sudut 0 <sup>0</sup> .....	42
Tabel 4.2. Data Percobaan Sudut 15 <sup>0</sup> .....	43
Tabel 4.3. Data Percobaan Sudut 30 <sup>0</sup> .....	44
Tabel 4.4. Karakteristik Minyak Plastik .....	52
Tabel 4.5. Perbedaan Karakteristik Minyak Plastik .....	53
Tabel 4.6. Perbandingan Karakteristik BBM .....	54
Tabel 4.7. Perbandingan Hasil Minyak Dengan Penelitian Sebelumnya .....	55

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

LPM	=	Debit air (Liter Per Menit)
PP	=	<i>Polypropylene</i>
T	=	Temperatur Fluida
BBM	=	Bahan Bakar Minyak
LPG	=	<i>Liquefied Petroleum Gas</i>
Q	=	Laju perpindahan kalor
m	=	Laju massa fluida (kg/s)
c	=	Kalor jenis air (4180 J / Kg $^{\circ}$ C)
T <sub>3</sub>	=	Suhu keluar fluida pendingin
T <sub>2</sub>	=	Suhu masuk fluida pendingin
T <sub>1</sub>	=	Suhu masuk fluida gas
T <sub>4</sub>	=	Suhu keluar fluida gas
T <sub>5</sub>	=	Suhu pada reaktor