

**PENGARUH VARIASI SUDUT KONDENSOR (0°, 15°, DAN 30°)  
TERHADAP HASIL PIROLISIS LIMBAH BAN LUAR SEPEDA MOTOR  
DENGAN DEBIT AIR PENDINGIN 12 LPM**

**SKRIPSI**

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



**Disusun Oleh :**  
**IQBAL NURHADI**  
**(20130130254)**

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

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

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Iqbal Nurhadi  
NIM : 20130130254  
Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Sesungguhnya dengan ini saya menyatakan bahwa naskah Skripsi yang berjudul **“PENGARUH VARIASI SUDUT KONDENSOR (0°, 15°, DAN 30°) TERHADAP HASIL PIROLISIS LIMBAH BAN LUAR SEPEDA MOTOR DENGAN DEBIT AIR PENDINGIN 12 LPM”**, ini merupakan hasil dari karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasi oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

**Yogyakarta,      Januari 2018**

**Iqbal Nurhadi**  
**20130130254**

## **MOTTO**

**“Nasib tidak bisa diandai, sesungguhnya kesuksesan yang dapat kita peroleh harus diiringi dengan usaha dan disertai do’a tak lupa pula restu kedua orang tua yang menjadikan semua lebih sempurna, awali setiap langkah dengan Bismillah”**

**“Jadikanlah hidup lebih bermanfaat gunakanlah waktu dengan sebaik mungkin, ingat hidup jangan menunda kekalahan”**

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

Dengan segala rasa syukur kepada Allah SWT dan atas do'a dari orang-orang yang tercinta, dengan mengucap alhamdulillah Skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Dengan mengucap rasa syukur dan bangga saya mempersembahkan Skripsi ini untuk :

1. Kedua orang tua saya yang tercinta, Drs. H. Usman Maman dan HJ. Maiyatul Fuad, S.Ag yang telah memberikan kasih sayang kepada anaknya yang tak terhingga dan selalu memberikan do'a yang terbaik serta bimbingan dalam segala hal apapun.
2. Kakak dan adik tersayang , terimakasih atas do'a dan dukungannya.
3. Teman-teman group pirolisis Andika A, Andri, Danang, Fai, Eko, Ryan, Rizal, Malik, dan Andika R, selaku rekan yang berjuang bersama dalam menyelesaikan penelitian Skripsi terimakasih atas dukungan dan do'anya.
4. Teman-teman Teknik Mesin UMY angkatan 2013 khususnya untuk kelas F, terimakasih atas kebersamaannya selama berjuang di Teknik Mesin UMY.

## KATA PENGANTAR



**Assalamu'alaikum Wr. Wb.**

Alhamdulillah dengan mengucapkan puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **“PENGARUH VARIASI SUDUT KONDENSOR (0°, 15°, DAN 30°) TERHADAP HASIL PIROLISIS LIMBAH BAN LUAR SEPEDA MOTOR DENGAN DEBIT AIR PENDINGIN 12 LPM”** sebagai salah satu syarat dalam mencapai gelar sarjana Teknik Mesin, di Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Berli Paripurna Kamiel, S.T., M.M., M.Eng.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Teddy Nurcahyadi, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penelitian hingga dapat menyelesaikan penulisan Skripsi.
3. Bapak Wahyudi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama penelitian hingga dapat menyelesaikan penulisan Skripsi.
4. Bapak Tito Hadji Agung Santoso, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan masukan dalam Skripsi.
5. Bapak Drs. H. Usman Maman yang selalu memberikan masukan dan arahan serta doa yang terbaik kepada anaknya sehingga gelar Sarjana dapat diperoleh.
6. Mamah HJ. Maiyatul Fuad, S.Ag yang dengan tulus dan ikhlas memberikan kasih sayang yang tak terhingga, selalu mendukung dan memberi motivasi dalam segala hal apapun dari saat kecil hingga menjadi Sarjana Teknik Mesin tercapai.
7. Kakak Muhimmatun Nisa, Ahmad Nurcholis dan Adik Ilham Nurfikri yang selalu memberi motivasi serta do'a dalam pengerjaan Skripsi.

8. Deince Dianna yang selalu memberikan do'a dan motivasi dalam penyusunan Skripsi.
9. Sahabat-sahabatku Ryan, Eko, Robet, Fai, Kiki, Malik, Fahmi, Ade, Aji, Angga, dan teman-teman teknik mesin angkatan 2013 khususnya untuk kelas F, sebagai penyemangat dan motivator dalam mengerjakan Skripsi ini.
10. Team Pirolisis, Andika A, Andri, Danang, Fai, Eko, Ryan, Rizal, Malik, dan Andika R yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta saling membantu dari awal penelitian hingga Skripsi ini selesai.
11. Staff pengajar, Laboratorium dan Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah ikut serta dalam membantu pelaksanaan Skripsi.
12. Semua pihak yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan Skripsi yang tak dapat disebutkan semua satu per satu.

Penulis sangat menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, hal ini mengingat kemampuan dan pengalaman dalam penyusunan Skripsi ini yang sangat terbatas. Untuk itu, penulis sangat mengharap kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk kesempurnaan Skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Skripsi ini bermanfaat di kalangan akademik dan masyarakat luas.

**Wassalamu'alaikum Wr. Wb.**

**Yogyakarta, Januari 2018**

**Penulis**

**Iqbal Nurhadi**  
**20130130254**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>MOTTO</b> .....	iv
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>INTISARI</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI</b> .....	5
2.1. Tinjauan Pustaka .....	5
2.2. Landasan Teori .....	12
2.2.1. Pirolisis .....	12
2.2.2. Ban .....	14
2.2.2.1. Pengertian Ban .....	14
2.2.3. Bahan Bakar Cair .....	16
2.2.4. Karakteristik Bahan Bakar .....	17
2.2.4.1. Titik nyala ( <i>Flash Point</i> ) .....	17
2.2.4.2. Viskositas ( <i>viscosity</i> ) .....	18

2.2.4.3. Nilai Kalor ( <i>Calorific Value</i> ) .....	19
2.2.5. Tipe Aliran Sejajar ( <i>Parallel Flow</i> ) .....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	21
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	21
3.1.1. Waktu Penelitian .....	21
3.1.2. Tempat Penelitian .....	21
3.2. Bahan Penelitian .....	21
3.2.1. Ban Luar Sepeda Motor .....	21
3.2.2. <i>Liquefied Petroleum Gas</i> (LPG) .....	22
3.2.3. Air Pendingin .....	23
3.3. Alat penelitian .....	23
3.4. Komponen-Komponen Alat Pirolisis .....	25
3.4.1. Reaktor .....	25
3.4.2. Kondensor .....	26
3.4.3. Radiator .....	28
3.4.4. Kompor .....	28
3.4.5. Pompa air .....	29
3.4.6. <i>Flow meter</i> .....	30
3.4.7. Tabung air pendingin .....	31
3.4.8. Gelas ukur .....	31
3.4.9. <i>Thermo reader</i> .....	32
3.4.10. Pipa dan selang air .....	33
3.4.11. <i>Stopwatch</i> .....	33
3.4.12. Timbangan digital .....	34
3.4.13. Gerinda .....	35
3.4.14. <i>Flash Point</i> .....	36
3.4.15. Timbangan digital (Alat uji densitas) .....	36
3.4.16. <i>Viscometer</i> NDJ 8S .....	37
3.4.17. <i>Calorimeter</i> .....	38
3.5. Parameter Penelitian .....	39
3.6. Teknik Pengumpulan Data .....	39



3.7. Proses Penelitian .....	41
3.7.1. Persiapan sebelum percobaan .....	42
3.7.2. Proses pirolisis ban .....	43
3.7.3. Pengujian minyak hasil proses pirolisis .....	44
3.7.4. Pelaksanaan setelah percobaan .....	44
3.8. Data Penelitian .....	45
3.9. Teknik Analisa Data .....	45
3.10. Pengujian Hasil Bahan Bakar Cair .....	46
3.10.1. Pengujian <i>Flash Point</i> .....	46
3.10.2. Pengujian Densitas .....	46
3.10.3. Pengujian Viskositas .....	46
3.10.4. Pengujian Nilai Kalor .....	47
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>48</b>
4.1. Data Hasil Pengujian .....	48
4.2. Data Terkalibrasi .....	48
4.2.1. Percobaan 1, sudut 0° dengan debit 12 LPM .....	48
4.2.2. Percobaan 2, sudut 15° dengan debit 12 LPM .....	49
4.2.3. Percobaan 3, sudut 30° dengan debit 12 LPM .....	50
4.3. Korelasi Waktu Terhadap Hasil Produksi Minyak .....	51
4.4. Korelasi Waktu Terhadap Laju Pendinginan .....	54
4.5. Korelasi Hasil Minyak dan Sisa Abu Terhadap Bahan Pada Setiap Pengujian .....	57
4.6. Karakteristik Minyak Hasil .....	58
4.7. Perbandingan Hasil Minyak Yang Diperoleh Dengan Penelitian Sebelumnya .....	61
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>65</b>
5.1. Kesimpulan .....	65
5.2. Saran .....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Distribusi hasil pirolisis ban dalam dan katalis (Syamsiro dkk, 2016) .....	6
Gambar 2.2.	Distribusi hasil pirolisis ban luar dan katalis (Syamsiro dkk, 2016).....	6
Gambar 2.3.	Skema alat pirolisis (Santoso, 2010) .....	11
Gambar 2.4.	Konstruksi ban radial <i>ply</i> (Sunanto dkk, 2013) .....	15
Gambar 2.5.	Konstruksi ban bias <i>ply</i> (Sunanto dkk, 2013).....	16
Gambar 2.6.	Skema <i>parallel flow</i> (Cengel, 2003) .....	20
Gambar 3.1.	limbah ban luar sepeda motor berukuran 15×5 cm .....	22
Gambar 3.2.	Tabung gas LPG 3 kg .....	22
Gambar 3.3.	Skema alat pirolisis .....	23
Gambar 3.4.	Gambar alat pirolisis .....	24
Gambar 3.5.	Tabung reaktor.....	25
Gambar 3.6.	Variasi sudut kondensor (a) 0°, (b) 15°, dan (c) 30° .....	26
Gambar 3.7.	Skema kondensor.....	27
Gambar 3.8.	Radiator .....	28
Gambar 3.9.	Kompor .....	28
Gambar 3.10.	Pompa air.....	29
Gambar 3.11.	<i>Flow meter</i> .....	30
Gambar 3.12.	Tabung air pendingin .....	31
Gambar 3.13.	Gelas ukur 1000 ml.....	32
Gambar 3.14.	<i>Thermo reader</i> .....	32
Gambar 3.15.	Pipa dan selang air .....	33
Gambar 3.16.	<i>Stopwatch</i> .....	34
Gambar 3.17.	Timbangan digital gantung.....	34
Gambar 3.18.	Timbangan digital duduk .....	35
Gambar 3.19.	Gerinda.....	35
Gambar 3.20.	Alat uji <i>flash point</i> .....	36
Gambar 3.21.	Timbangan digital (alat uji densitas) .....	36

Gambar 3.22.	<i>Viscometer</i> NDJ 8S .....	37
Gambar 3.23.	<i>Calorimeter</i> .....	39
Gambar 3.24.	Diagram alir pengujian .....	42
Gambar 4.1.	Grafik korelasi waktu dengan hasil produksi minyak .....	51
Gambar 4.2.	Grafik korelasi waktu terhadap nilai laju pendinginan .....	55
Gambar 4.2.	Diagram persentase minyak dan abu dari setiap percobaan (a) Sudut 0°, (b) Sudut 15°, dan (c) Sudut 30° .....	57

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Karakteristik hasil minyak pada penelitian (Syamsiro dkk, 2016).....	7
Tabel 2.2.	Karakteristik hasil minyak pada penelitian (Wiga, 2017) .....	8
Tabel 2.3.	Karakteristik hasil minyak ban bekas murni pada penelitian (Mukharomah, 2017) .....	9
Tabel 2.4.	Karakteristik hasil minyak ban bekas dengan katalis zeolit pada penelitian (Mukharomah, 2017) .....	9
Tabel 2.5.	Karakteristik hasil Minyak PP ( <i>Poly Propylene</i> ) dan LDPE ( <i>Low Density Polyethylene</i> ) (Santoso, 2010) .....	10
Tabel 2.6.	Komposisi pembuatan ban menurut (Nieves, 2014) .....	15
Tabel 2.7.	<i>Flash point biodiesel</i> (Dermanto, 2008) .....	18
Tabel 3.1.	Spesifikasi kompor .....	29
Tabel 3.2.	Spesifikasi pompa air .....	30
Tabel 3.3.	Spesifikasi <i>flow meter</i> .....	31
Tabel 3.4.	Spesifikasi <i>thermo reader</i> .....	33
Tabel 3.5.	Spesifikasi gerinda .....	35
Tabel 3.6.	Spesifikasi timbangan digital (alat uji densitas) .....	37
Tabel 3.7.	Spesifikasi <i>viscometer</i> .....	38
Tabel 3.8.	Lembar pengambilan data suhu dan hasil minyak ban .....	45
Tabel 4.1.	Data hasil percobaan pada sudut 0° .....	48
Tabel 4.2.	Data hasil percobaan pada sudut 15° .....	49
Tabel 4.3.	Data hasil percobaan pada sudut 30° .....	50
Tabel 4.4.	Karakteristik minyak ban hasil pirolisis .....	59
Tabel 4.5.	Karakteristik minyak ban para peneliti terdahulu .....	59
Tabel 4.6.	Perbandingan karakteristik minyak ban dengan bahan bakar lain .....	60
Tabel 4.7.	Perbandingan hasil minyak dengan hasil minyak penelitian lain.....	61

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

BBM	=	Bahan Bakar Minyak
LPG	=	<i>Liquefied Petroleum Gas</i>
LPM	=	Liter per Menit
SBR	=	<i>Stiren Butadien Rubber</i>
Q	=	Laju perpindahan kalor
m	=	Laju massa fluida (kg/s)
c	=	Kalor jenis air (4180 J / kg °C)
T <sub>1</sub>	=	Suhu masuk fluida gas
T <sub>2</sub>	=	Suhu masuk fluida pendingin
T <sub>3</sub>	=	Suhu keluar fluida pendingin
T <sub>4</sub>	=	Suhu keluar fluida gas
T <sub>5</sub>	=	Suhu pada reaktor
$\alpha$	=	Sudut kemiringan kondensor