

**ANALISIS RENDEMEN MINYAK DARI *PYROLISIS* SAMPAH  
PLASTIK JENIS LDPE MENGGUNAKAN METODE  
*THERMAL CRACKING* TERHADAP PENGARUH VARIASI  
TEMPERATUR PADA REAKTOR**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat  
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (D-IV)  
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

**OLEH:**

**R.A. SEPTYA WULAN SARI  
0615 4041 1920**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG  
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**ANALISIS RENDEMEN MINYAK DARI *PYROLYSIS* SAMPAH PLASTIK  
JENIS LDPE MENGGUNAKAN METODE *THERMAL CRACKING*  
TERHADAP PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PADA REAKTOR**

**OLEH :**

**R.A. SEPTYA WULAN SARI  
0615 4041 1920**

Palembang, Agustus 2019

Menyetujui,  
Pembimbing I,

Pembimbing II,

Adi Syakdani, S.T., M.T.  
NIDN 0011046904

Tahdid, S.T., M.T.  
NIDN 0013027203

Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Sarjana Terapan (D-IV) Teknik Energi

Ir. Arizal Aswan, M.T.  
NIP 195804241993031001

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Rendemen Minyak dari *Pyrolysis* Sampah Plastik Jenis LDPE Menggunakan Metode *Thermal Cracking* terhadap Pengaruh Variasi Temperatur pada Reaktor”. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu “Alaihi Wassalam beserta para keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi di Politeknik Negeri Sriwijaya. Tugas akhir ini didasarkan pada studi rancang bangun yang dilakukan pada bulan Februari-Juli 2019.

Selama penyusunan dan penulisan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Dr.Ing Ahmad Taqwa. M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Adi Syakdani, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ahmad Zikri, S.T., M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ir. Arizal Aswan, M.T. selaku Ketua Program Studi D-IV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Adi Syakdani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Tahdid, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Adi Gunawan selaku Teknisi yang telah membantu proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.

8. Seluruh Staf Pengajar, Administrasi Jurusan Teknik Kimia dan Teknik Energi atas bantuan dan kemudahan yang diberikan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
9. Kedua orangtua dan saudara-saudara saya yang telah memberikan do'a restu, motivasi, bantuan moril dan semangat serta dukungannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Terima kasih kepada kelompok Future Energy atas segala bantuannya, secara langsung maupun tidak langsung.
11. Terima kasih kepada teman-teman seperjuangan 8 EGD 2015 yang telah menjadi saudara dalam keadaan suka maupun duka selama masa perkuliahan.
12. Teman-teman Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang Angkatan 2015 yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu, terima kasih atas masukan dan bantuannya yang telah diberikan selama ini.
13. Sang penyemangat jiwa, terima kasih telah menjadi motivasi, penginspirasi dan mewarnai setiap kisah perjalanan semasa kuliah.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan ridho-Nya kepada kita, Amin.

Palembang, Agustus 2019

Penulis

## ABSTRAK

### **ANALISIS RENDEMEN MINYAK DARI *PYROLISIS* SAMPAH PLASTIK JENIS LDPE MENGGUNAKAN METODE *THERMAL CRACKING* TERHADAP PENGARUH VARIASI TEMPERATUR PADA REAKTOR**

---

(R.A. Septya Wulan Sari, 2019 : 63 Halaman, 24 Tabel, 37 Gambar, 4 Lampiran)

Kebutuhan energi di Indonesia setiap tahunnya terus meningkat sejalan dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi dan pola konsumsi energi itu sendiri. Salah satu kebutuhan energi primer yang paling dibutuhkan masyarakat adalah bahan bakar. Di sisi lain, permasalahan sampah juga menjadi salah satu isu penting yang muncul di masyarakat saat ini. Salah satu jenis sampah plastik yang paling banyak dan mudah ditemukan adalah jenis *Low Density Polyethylene* (LDPE). Oleh karena itu, diperlukan suatu inovasi untuk mengelolah sampah plastik LDPE menjadi suatu produk yang bermanfaat dan memiliki nilai ekonomis, salah satunya mengkonversi sampah plastik dengan cara pirolisis menjadi bahan bakar minyak. Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah dengan *thermal cracking*. Variasi temperatur *setpoint* reaktor yang dipakai adalah 150, 200, dan 250°C. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan temperatur *setpoint* reaktor yang optimum untuk mendapatkan karakteristik rendemen yang diizinkan sesuai spesifikasi mutu Direktorat jenderal Minyak dan Gas Bumi. Dari penelitian diperoleh bahwa temperatur mempengaruhi karakteristik sifat fisik dan kimia produk. konversi produk yang optimal dan memenuhi spesifikasi mutu Direktorat jenderal Minyak dan Gas Bumi berupa hasil distilasi, densitas, viskositas, titik nyala, dan kandungan sulfur adalah pada temperatur dengan *setpoint* reaktor pada suhu 250°C yang memiliki kandungan campuran antara bensin sebesar 62,5% dan kandungan solar sebesar 37,5% serta memiliki nilai kalor sebesar 10804,009 cal/gr.

*Keywords : LDPE, Pirolisis, Thermal Cracking.*

## ABSTRACT

### **ANALYSIS OF OIL YIELD FROM PYROLYSIS OF LDPE TYPE PLASTIC WASTE USING THERMAL CRACKING METHOD TO THE EFFECT OF TEMPERATURE VARIATION ON THE REACTOR**

---

(R.A. Septya Wulan Sari, 2019: 63 pages, 24 tables, 37 pictures, 4 Appendix)

Energy needs in Indonesia each year continues to increase in line with economic growth and energy consumption patterns itself. One of the primary energy needs of the community needs is fuel. On the other hand, the waste problem is also one of the important issues that arise in today's society. One type of plastic waste the most numerous and easily found is the type of Low Density Polyethylene (LDPE). Therefore, we need an innovation to manage LDPE plastic waste into a useful product and economic value, one of which converts plastic waste by means of pyrolysis oil into fuel. In this study, the method used is by thermal cracking. Setpoint temperature variations reactor used is 150, 200 and 250°C. This study aims to determine the optimum reactor temperature setpoint to obtain the allowed yield characteristics appropriate quality specifications Directorate General of Oil and Gas. The research result shows that temperature affects the characteristics of the physical and chemical properties of the product. Conversion optimal product quality and meet the specifications of the Directorate General of Oil and Gas in the form of the distillation, density, viscosity, flash point, and the sulfur content is in the temperature in the reactor setpoint temperature of 250°C which contains a mixture of gasoline by 62.5% and the content of diesel fuel by 37.5% and has a calorific value of 10804,009 cal/g.

*Keywords: LDPE, Pyrolysis, Thermal Cracking.*

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### **Motto:**

*“Integrity is Your identity”*

*“Fa inna ma’al ‘usri yusra (QS. 94:5)”*

*“If You never try, You Will Never Know”*

*“Berdoa, berusaha, bertawakkal”*

*“Selesaikan apa yang telah kamu mulai, tunaikan janji yang telah kau ucap, jangan menyerah, Allah selalu bersamamu”*

### **Persembahan:**

*Thank to Allah for everything...*

*Persembahan untuk yang begitu mulia, pendidik terbaik tuk menggapai cita, semoga kasih sayang Allah menemani senantiasa, duhai Ayah dan Ibu tercinta...*

*Teruntuk Bapak/Ibu dosen yang menjadi bagian inspirasi hidup, teruntuk para sahabat, teman, dan rekan seperjuangan yang tanpa kalian sadari atau tidak. Dan tak lupa pula, terimakasih untuk segala pihak yang telah membantu dalam perjuangan ini...*

***Terimakasih tak terhingga dan tak berangka untuk semua...***

## DAFTAR ISI

### Halaman

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Plastik.....	5
2.1.1 Monomer.....	5
2.1.2 Polimer.....	6
2.1.3 Polimerisasi.....	6
2.2 Jenis Plastik dan Karakteristiknya.....	7
2.2.1 <i>Poly Ethylene Terephthalate (PET)</i> .....	8
2.2.2 <i>High Density Polyethylene (HDPE)</i> .....	9
2.2.3 <i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i> .....	10
2.2.4 <i>Low Density Polyethylene (LDPE)</i> .....	11
2.2.5 <i>Polypropylene (PP)</i> .....	12
2.2.6 <i>Polystyrene (PS)</i> .....	14
2.3 Sifat Fisik Plastik .....	15
2.4 Polietilena.....	17
2.5 Sifat Thermal Bahan Plastik.....	19



2.6	Perengkahan/Pirolisis .....	20
2.6.1	Perengkahan Hidro ( <i>Hydro Cracking</i> ).....	20
2.6.2	Perengkahan Panas ( <i>Thermal Cracking</i> ) .....	21
2.6.3	Perengkahan Katalitik ( <i>Catalytic Cracking</i> ).....	22
2.7	Hubungan Energi Ikatan terhadap Pemutusan Ikatan .....	23
2.8	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Pirolisis .....	23
2.9	Bahan Bakar Cair Hasil Pirolisis Sampah Plastik.....	25
2.10	Karakteristik Bahan Bakar Cair .....	25
2.10.1	Nilai Kalor .....	26
2.10.2	Viskositas.....	27
2.10.3	Titik Nyala ( <i>Flash Point</i> ).....	29
2.10.4	Massa Jenis .....	29
2.11	Karakteristik Minyak Bumi.....	31
2.12	Spesifikasi Bahan Bakar Minyak .....	25
2.12.1	Spesifikasi Bahan Bakar Jenis Solar.....	31
2.12.2	Spesifikasi Bahan Bakar Bensin Jenis 88 .....	32
2.12.3	Spesifikasi Bahan Bakar Jenis Minyak Bakar .....	33
2.12.3	Spesifikasi Bahan Bakar Bensin Jenis 98 .....	34
2.12.4	Spesifikasi Bahan Bakar Jenis 90 .....	35
2.12.5	Spesifikasi Bahan Bakar Kerosin (Minyak Tanah) .....	36
2.13	Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar.....	37
2.14	Karakteristik Oli Bekas .....	40
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI .....</b>	<b>41</b>
3.1	Pendekatan Desain Fungsional.....	42
3.2	Pendekatan Desain Struktural .....	42
3.3	Pertimbangan Percobaan .....	45
3.3.1	Waktu dan Tempat Penelitian.....	45
3.3.2	Bahan dan Alat .....	46
3.3.3	Perlakuan dan Analisis Statistik Sederhana.....	47
3.4	Pengamatan.....	47
3.5	Prosedur Percobaan .....	48

<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>53</b>
4.1 Hasil .....	53
4.2 Pembahasan Hasil Penelitian .....	54
4.2.1 Pengaruh Temperatur terhadap Volume Rendemen .....	54
4.2.2 Analisis Karakteristik Produk .....	56
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>61</b>
5.1 Kesimpulan .....	61
5.2 Saran .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Jenis Plastik, Kode dan Penggunaannya.....	8
2.2 Sifat-Sifat Fisik Jenis Plastik .....	16
2.3 Karakteristik Plastik.....	16
2.4 Data Temperatur Transisi dan Temperatur Lebur Plastik.....	19
2.5 Energi Ikatan .....	23
2.6 Nilai Kalor Beberapa Fluida .....	27
2.7 Viskositas Beberapa Fluida.....	29
2.8 Massa Jenis Beberapa Fluida .....	30
2.9 Spesifikasi Bahan Bakar Jenis Solar.....	32
2.10 Spesifikasi Bahan Bakar Jenis Bensin 88 (Premium).....	32
2.11 Spesifikasi Bahan Bakar Jenis Minyak Bakar .....	34
2.12 Spesifikasi Bahan Bakar Jenis 98 (Pertamax Turbo).....	34
2.13 Spesifikasi Bahan Bakar Jenis 90 (Pertalite) .....	36
2.14 Spesifikasi Bahan Bakar Jenis Kerosin.....	37
2.15 Karakteristik Minyak Pelumas Bekas dan Baru .....	40
4.1 Data Hasil Pengamatan .....	53
4.2 Data Hasil Analisis Karakteristik Produk .....	53
4.3 Distilasi ASTM D 86 (Sampel 1).....	54
4.4 Distilasi ASTM D 86 (Sampel 2).....	54
L1.1 Data Hasil Pengamatan.....	64
L1.2 Data Hasil Analisis Karakteristik Produk.....	64
L1.3 Distilasi ASTM D 86 (Sampel 1) .....	65
L1.4 Distilasi ASTM D 86 (Sampel 2) .....	65
L2 Kondisi Operasi Aktual.....	69

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Struktur Monomer dan Polimer .....	6
2.2 Nomor Kode Plastik.....	8
2.3 Struktur Bangun <i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET) .....	9
2.4 Struktur Bangun <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE) .....	10
2.5 Struktur Bangun <i>Poly Vinyl Chloride</i> (PVC).....	11
2.6 Stuktur Bangun Low Density Pplyethylene (LDPE) .....	12
2.7 Struktur Bangun Poly Propylene .....	13
2.8 Struktur Bangun Polystyrene .....	15
2.9 Struktur Rantai Polietilena .....	17
2.10 Rumus Bangun Polietilena.....	17
2.11 Tahap Inisiasi .....	18
2.12 Tahap Propagasi.....	18
3.1 Tampak Depan Reaktor.....	42
3.2 Burner .....	43
3.3 Tangki Air.....	43
3.4 Tampak Depan Alat Pirolisis .....	44
3.5 Tampak Samping Kanan Alat Pirolisis.....	44
3.6 Tampak Samping Kiri Alat Pirolisis.....	44
3.7 Tampak Atas Alat Pirolisis .....	45
3.8 Tampak Belakang Alat Pirolisis .....	45
3.9 Prosedur Persiapan Bahan Baku .....	50
3.10 Prosedur Persiapan Bahan Bakar .....	50
3.11 Prosedur Kerja Proses Pirolisis .....	51
4.1 Pengaruh Kenaikan Temperatur terhadap Volume Produk .....	55
4.2 Grafik Hasil Distilasi ASTM D 86 (Sampel 1).....	58
4.3 Grafik Hasil Distilasi ASTM D 86 (Sampel 2).....	58
L3.1 Persiapan Bahan Baku .....	74
L3.2 Memasukkan Bahan Baku Kedalam Reaktor .....	74
L3.3 Kondisi Operasi Kontrol Panel.....	75

L3.4	Proses Kondensasi .....	75
L3.5	Hasil Produk .....	75
L3.6	Analisa Densitas dan Viskositas .....	76
L3.7	Analisa <i>Flash Point</i> .....	76
L3.8	Analisa Nilai Kalor .....	76
L3.9	Distilasi ASTM D-86.....	77
L3.10	Analisa Kandungan Sulfur.....	77
L3.11	Analisa Densitas .....	77

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
I Data Pengamatan .....	64
II Perhitungan .....	66
III Dokumentasi Penelitian .....	74
IV Surat-Surat .....	78