

## **TUGAS AKHIR**

### **PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK *POLYETHYLENE TEREPHTHALATE (PET)* DAN *LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE)* MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK (BBM) ALTERNATIF DENGAN PROSES PIROLISIS DALAM UPAYA PENGURANGAN SAMPAH AN-ORGANIK**

Diajukan sebagai salah satu persyaratan dalam menyusun Tugas Akhir pada Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat:

**Wulannika Listiara**

NIM. 1910815320016

Pembimbing:

**Muhammad Abrar Firdausy, S.T., M.T.**

NIP. 19910119 201903 1 016



**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN  
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN**

**Pemanfaatan Sampah Plastik *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) Menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM)  
Alternatif dengan Proses Pirolisis dalam Upaya Pengurangan Sampah An-  
Organik**

Oleh

**Wulannika Listiara (1910815320016)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 04 Oktober 2023 dan dinyatakan

**LULUS**

**Komite Penguji :**

**Ketua : Muhammad Husin, S.T., M.S.**

NIP. 19660529 199903 1 001

**Anggota 1 : Dr. Andy Mizwar, S.T., M.Si.**

NIP. 19800707 200801 1 029

**Pembimbing : Muhammad Abrar Firdausy, S.T., M.T.**

**Utama : NIP. 19910119 201903 1 016**

Banjarbaru, 13 Oktober 2023

Diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik  
Fakultas Teknik ULM,**

**Koordinator Program Studi  
S-1 Teknik Lingkungan,**

**Dr. Mahmud, S.T., M.T.**

NIP. 19740107 199802 1 001

**Dr. Rizqi Puteri Mahvudin, S.Si., M.S**

NIP. 19780828 201212 2 001

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik Universitas Lambung Mangkurat maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas mencantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar rujukan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Banjarbaru, Oktober 2023  
Yang membuat pernyataan,

**Wulannika Listiara**

NIM. 1910815320016

## ABSTRAK

Plastik memiliki kelemahan yang sulit terurai, maka diperlukan solusi mengatasi hal tersebut dengan mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil minyak dari proses pirolisis serta menganalisis spesifikasi dan biaya produksi dari hasil minyak proses pirolisis sampah plastik jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE). Proses pirolisis dilakukan selama 60 menit pada suhu 400°C sebanyak 500 gram dengan dua kali pengulangan. Pengujian hasil minyak berdasarkan nilai densitas, nilai kalor dan titik nyala yang akan dibandingkan dengan standar dan mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa plastik LDPE berdasarkan spesifikasi mendekati bahan bakar minyak jenis solar, minyak yang dihasilkan sebesar 62% (m/m), nilai densitas 736 kg/m<sup>3</sup>, nilai kalor 44,7 KJ/g, dan titik nyala 50°C. Sedangkan plastik PET berdasarkan spesifikasi mendekati bahan bakar minyak jenis bensin, minyak yang dihasilkan sebesar 9% (m/m), nilai densitas 726 kg/m<sup>3</sup>, nilai kalor 40 KJ/g, dan titik nyala 48,5°C. Hasil perhitungan biaya produksi diperoleh harga minyak plastik LDPE sebesar Rp.37.565 perliter dan minyak plastik PET sebesar Rp.274.390 perliter.

**Kata Kunci:** Sampah plastik, pirolisis, *Polyethylene Terephthalate* (PET), *Low Density Polyethylene* (LDPE), kelayakan ekonomi

## **ABSTRACT**

*Plastic has a weakness that is difficult to decompose, so a solution is needed to overcome this by converting plastic waste into fuel oil. This study aims to analyze the oil yield from the pyrolysis process and analyze the specifications and production costs of the oil yield from the pyrolysis process of Polyethylene Terephthalate (PET) and Low Density Polyethylene (LDPE) plastic waste. The pyrolysis process was carried out for 60 minutes at 400°C for 500 grams with two repetitions. Testing of oil results based on density value, calorific value and flash point which will be compared with the standards and quality (specifications) of fuel oil. The results obtained show that LDPE plastic based on specifications is close to diesel fuel oil, the oil produced is 62% (m/m), density value 736 kg/m<sup>3</sup>, calorific value 44.7 KJ/g, and flash point 50°C. While PET plastic based on specifications is close to gasoline fuel oil, the oil produced is 9% (m/m), density value of 726 kg/m<sup>3</sup>, heating value of 40 KJ/g, and flash point of 48.5°C. The results of the calculation of production costs obtained the price of LDPE plastic oil of Rp.37.565 perliter and PET plastic oil of Rp.274.390 perliter.*

**Keywords:** *Plastic waste, pyrolysis, Polyethylene Terephthalate (PET), Low Density Polyethylene (LDPE), economic feasibility*

## PRAKATA

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat, hidayah maupun karunia bagi umat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. yang berjudul “Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis *Polyethylene Terephthalate* (PET) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) Menjadi Bahan Bakar Minyak (BBM) Alternatif dengan Proses Pirolisis dalam Upaya Pengurangan Sampah An-Organik”. Sebagai salah satu persyaratan dalam menyusun Tugas Akhir. Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis menyampaikan banyak terimakasih, khususnya kepada:

1. Kedua orang tua tercinta (Bapak Bhineka Eko Soelistijo, S.T., M.A. (Alm) dan Ibu Rabbi Fauziah) orang terhebat yang selalu menjadi penyemangat penulis. Terimakasih telah mendoakan, membesarkan, mendidik dan tidak pernah lelah dalam memberikan dukungan dan materi serta mengajari arti sebuah kesabaran dan kejujuran dalam hidup.
2. Kedua kakak kandung (Tiorama Nugroho, S.Ars. dan M. Bheny Adfarazi, S.T.) kakak yang hebat yang selalu memberikan dukungan, perhatian serta doa dan semangat. Terimakasih sudah menggantikan posisi Alm. Bapak untuk terus menjaga dan menyanyangi.
3. Keluarga besar yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan dan semangat.
4. Bapak Muhammad Abrar Firdausy, S.T., M.T. selaku Dosen

Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan serta arahan dalam penulisan Tugas Akhir.

5. Bapak Muhammad Husin, S.T., M.S. dan Bapak Dr. Andy Mizwar, S.T., M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun selama penyusunan Tugas Akhir.
6. Dosen dan staf admin Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang sudah banyak membantu baik di dalam maupun di luar kegiatan selama perkuliahan.
7. Bapak Dr. Apip Amrullah, S.T., M.Eng. selaku dosen kepala Laboratorium Teknik Mesin dan Ibu Rinny Jelita, S.T., M.T. selaku dosen kepala Laboratorium Unit Mini *Plant* Teknik Kimia yang telah mengizinkan kami untuk meminjamkan alat pirolisis.
8. Bapak Muhammad Nasir, S.AP. selaku pelaksana harian di TPA Gunung Kupang beserta rekan-rekan yang lain yang telah membantu dalam proses penelitian kegiatan lapangan di TPA Gunung Kupang.
9. Teman-teman dari Program Studi Teknik Kimia dan Teknik Mesin yang sudah banyak membantu dalam proses penelitian.
10. Rekan satu tim penelitian yaitu Nabella Safitri dan Norma Aminiles yang selalu sabar dan selalu ada untuk mendukung, menyemangati, memotivasi, serta masih banyak lagi yang sudah dilewati bersama selama penyusunan Tugas Akhir.
11. Teman-teman selama perkuliahan yaitu Febby Angreini Nova, Nabella Safitri, Nadila Rusma Ramadhani dan Norma Aminiles yang selalu

ada untuk mendukung, memberikan semangat dan telah menjadi tempat berbagi suka duka selama perkuliahan.

12. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan 2019 yang selalu memberikan dukungan dan semangat, serta telah bersedia berjuang bersama dari awal hingga akhir perkuliahan di Fakultas Teknik ULM.
13. Orang yang menemani serta memberikan dukungan, motivasi dan semangat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
14. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu dan memberikan semangat serta dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa semua hal tidak dapat diselesaikan dengan sempurna, khususnya pada Tugas Akhir ini. Penulis dengan segala kerendahan hati mengharapkan adanya kritik, saran serta bimbingan dan nasihat yang membangun agar Tugas Akhir ini dapat disempurnakan dikemudian hari.

Banjarbaru, Oktober 2023

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
PRAKATA .....	vi
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Batasan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Sampah Plastik .....	6
2.1.2 Penggolongan Jenis Plastik .....	7
2.1.3 Pirolisis.....	14
2.1.4 Pengolahan Sampah Plastik dengan Pirolisis .....	16

2.1.5 Bahan Bakar Minyak .....	18
2.1.6 Karakteristik Bahan Bakar Minyak.....	24
2.2 Studi Pustaka.....	27
III. METODOLOGI PENELITIAN .....	30
3.1 Rancangan Penelitian.....	30
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
3.3 Bahan dan Peralatan Penelitian .....	32
3.3.1 Bahan Penelitian .....	32
3.3.2 Peralatan Penelitian .....	32
3.4 Variabel Penelitian.....	33
3.5 Kerangka Penelitian.....	35
3.6 Prosedur Penelitian dan Teknik Pengumpulan Data .....	36
3.6.1 Prosedur Penelitian .....	36
3.6.2 Teknik Pengumpulan Data .....	37
3.7 Analisis Data.....	38
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Hasil Minyak Pirolisis .....	40
4.2 Spesifikasi Hasil Minyak Pirolisis .....	44
4.2.1 Nilai Densitas .....	45
4.2.2 Nilai Kalor .....	46
4.2.3 Titik Nyala .....	49
4.3 Perbandingan Minyak Pirolisis dengan Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak .....	51

4.4 Biaya Produksi Minyak Pirolisis .....	53
4.4.1 Biaya Investasi .....	53
4.4.2 Biaya Operasional .....	54
4.4.3 Harga Pokok Produksi.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	57
5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	57
DAFTAR RUJUKAN.....	58
LAMPIRAN.....	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Standar dan mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak jenis bensin (gasoline) RON 98 yang dipasarkan di dalam Negeri .....	20
Tabel 2. 2. Standar dan mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak jenis minyak tanah yang dipasarkan di dalam negeri .....	22
Tabel 2. 3. Standar dan mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak jenis solar 48 yang dipasarkan di dalam Negeri .....	23
Tabel 2. 4. Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak.....	27
Tabel 2. 5. Studi Pustaka.....	27
Tabel 3. 1. Rincian Data Variabel Bebas .....	34
Tabel 3. 2. Data yang Diperlukan.....	38
Tabel 4. 1 Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Minyak.....	51
Tabel 4.2 Perbandingan Hasil Minyak Pirolisis .....	52
Tabel 4. 3 Biaya Investasi Yang Dibutuhkan Usaha Minyak Pirolisis .....	54
Tabel 4. 4 Biaya Operasional Minyak Pirolisis .....	55
Tabel 4. 5 Harga Pokok Produksi Minyak Pirolisis .....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Polyethylene Terephthalate (PET) dan Kode.....	9
Gambar 2. 2. <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE) dan Kode.....	10
Gambar 2. 3. <i>Polyvinyl Chloride</i> (PVC) dan Kode.....	10
Gambar 2. 4. <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE) dan Kode.....	11
Gambar 2. 5. Polypropylene (PP) dan Kode.....	12
Gambar 2. 6. <i>Polystyrene</i> (PS) dan Kode.....	13
Gambar 2. 7. Other dan Kode.....	13
Gambar 3. 1. Rangkaian Alat Pirolisis .....	33
Gambar 3. 2. Proses Pirolisis Sampah Plastik Jenis PET dan LDPE .....	35
Gambar 4. 1 Grafik Hasil Minyak Pirolisis.....	40
Gambar 4. 2 Minyak Pirolisis PET (a) dan LDPE (b) .....	44
Gambar 4. 3 Nilai Densitas Plastik PET dan LDPE .....	45
Gambar 4. 4 Nilai Kalor Plastik PET dan LDPE .....	47
Gambar 4. 5 Titik Nyala Plastik PET dan LDPE.....	50

## DAFTAR SINGKATAN

BBM = Bahan Bakar Minyak

TPA = Tempat Pemrosesan Akhir

RON = *Research Octane Number*

PET = *Polyethylene Terpehtalate*

HDPE = *High Density Polyethylene*

PVC = *Polyvinyl Chloride*

LDPE = *Low Density Polyethylene*

PP = *Polypropylene*

PS = *Polystyrene*

SAN = *Styrebe Acrylonitrile*

ABS = *Acrylonitrile Butadiene Styrene*

PC = *PolyCarbonate*

PET<sub>1</sub> = Percobaan I

PET<sub>2</sub> = Percobaan II

LDPE<sub>1</sub> = Percobaan I

LDPE<sub>2</sub> = Percobaan II

LHV = *Low Heating Value*

HHV = *High Heating Value*

SNI = Standar Nasional Indonesia

LPG = *Liquified Petroleum Gas*

CO<sub>2</sub> = Karbon Dioksida

H<sub>2</sub>O = Dihidrogen Monoksida

H = Hidrogen

C = Karbon

Cal = Calori

kg = Kilogram

$\rho$  = Densitas/Massa Jenis

m = Massa Cairan

V = Volume Cairan

$m^3$  = Meter Kubik

cm = Sentimeter

l = Liter

gr = Gram

ml = Mililiter

kal = Kalori

KJ = Kilojoule

MJ = Megajoule

$^{\circ}\text{C}$  = Derajat Celcius

Migas = Minyak dan Gas Bumi