

SKRIPSI

**PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI
BAHAN BAKAR MINYAK ALTERNATIF
DENGAN METODE PIROLISIS**



Oleh :

RR BELLA ALDA RESTANTI
NPM 19034010022

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2024**

SKRIPSI

**PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI
BAHAN BAKAR MINYAK ALTERNATIF
DENGAN METODE PIROLISIS**



Oleh :

RR BELLA ALDA RESTANTI
NPM 19034010022

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM
SURABAYA
TAHUN 2024**

**PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK MENJADI
BAHAN BAKAR MINYAK ALTERNATIF
DENGAN METODE PIROLISIS**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S.T)
Program Studi Teknik Lingkungan.

Diajukan Oleh :

RR BELLA ALDA RESTANTI
NPM: 19034010022

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
SURABAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

**PENGOLAHAN SAMPAH PLASTIK
MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK ALTERNATIF
DENGAN METODE PIROLISIS**

Disusun Oleh :

RR BELLA ALDA RESTANTI

NPM: 19034010022

Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji Skripsi
Fakultas Teknik Program Studi Teknik Lingkungan
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur
Pada Tanggal : 10 Januari 2024

Menyetujui Dosen
Pembimbing,


Mohamad Mirwan, ST., MT
NIP. 19760212 202121 1 004

Mengetahui,
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JATIM



Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP.
NIP. 19650403 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rr Bella Alda Restanti
NIM : 19034010022
Fakultas/Program Studi : Teknik /Teknik Lingkungan
Judul Skripsi/Tugas Akhir : Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Alternatif dengan Metode Pirolisis

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik baik di UPN "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini merupakan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan pembimbing akademik.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diujikan yang telah diketahui dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila di kemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima konsekuensi apapun, sesuai dengan ketentuan yang berlaku di UPN "Veteran" Jawa Timur.

Surabaya, 10 Januari 2024

Yang Menyatakan


E7AKX706019-05
(Rr Bella Alda Restanti)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan anugerah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penulisan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Alternatif dengan Metode Pirolisis”** ini dalam rangka menyelesaikan Pendidikan S1 Program Sarjana Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Dra. Jariyah, MP., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang senantiasa mendukung kelancaran berjalannya proses pengerjaan tugas akhir ini.
2. Ibu Firra Rosariawari, ST., MT., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang senantiasa mendukung kelancaran berjalannya proses pengerjaan tugas akhir ini.
3. Bapak Mohamad Mirwan, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia dengan sabar dan memberikan ilmu disetiap proses bimbingan serta banyak membantu dalam penyusunan laporan ini.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T dan Bapak Ir. Tuhu Agung R, M.T selaku Dosen Penguji atas kritik, saran, dan masukan yang menjadikan Tugas Akhir/Skripsi ini menjadi lebih baik.
5. Ibu Reva, selaku Dosen Teknik Kimia yang telah memberikan support dan waktunya untuk membantu dalam hal menyusun laporan ini.

Penyusun tugas akhir ini telah mengusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kesalahan. Untuk itu, penyusun juga mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis, masyarakat, dan dunia ilmu pengetahuan pada umumnya.

Surabaya, Januari 2024

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pengerjaan skripsi ini juga tidak lepas dari peran berbagai pihak. Maka dari itu, penulis juga ingin berterima kasih kepada:

1. Dua orang yang paling berjasa dalam hidup saya, Bapak R. Hermawan Agustiono dan Ibu Yayuk Suryawati. Terima kasih atas kepercayaan dan pengorbanan yang selalu diberikan untuk menyelesaikan tugas akhir ini, doa, cinta, motivasi, semangat, dan nasihat, serta kata kata yang sering diucapkan “ *Anak Mama dan Papa pasti bisa, pasti kuat, sedikit lagi. Libatkan selalu Allah SWT dalam keadaan apapun. Tetap semangat karena mama dan papa akan selalu ada dibelakang kamu* ”. Dan juga tanpa lelah mendukung segala keputusan dan pilihan dalam hidup saya. Tanpa adanya doa dan dukungan mereka, mungkin saya akan kesusahan dalam menyelesaikan skripsi ini. Semoga Allah SWT selalu menjaga kalian dalam kebaikan dan kemudahan, Aamiin;
2. Kepada saudara saya tercinta, R. Aldiansyah Eka P, Linda Nurul Kholifah, Rizky Prakoso yang selalu sabar mendengarkan keluh kesah saya, kesulitan, dan kesedihan yang sempat membuat saya ragu untuk melanjutkan skripsi ini. Terima kasih sudah memberikan support yang sangat berarti bagi saya;
3. Bapak Sangudi salah satu dosen UGM yang selalu membimbing dan membantu banyak dalam penyelesaian skripsi ini. Selalu siap berdiskusi banyak hal dengan saya.
4. Sahabat saya khususnya, NPM 19-21 yang selalu membantu saya dari semester 1 hingga menyelesaikan skripsi ini, selalu sabar dalam menjelaskan materi yang belum saya mengerti, NPM 19-26; 19-46; 19-53; 19-56; 19-75 yang selalu menemani saya mengerjakan tugas-tugas perkuliahan, dan NPM 19-16 yang selalu ada di setiap saya membutuhkan bantuan. Semoga kalian semua sukses dengan cara masing-masing dan tidak melupakan momen sedih dan senang bersama;
5. Teman-teman angkatan 2019 yang telah berjuang bersama dari pemaba hingga sekarang, meskipun pada akhirnya memiliki jalannya masing-masing dalam menyelesaikan bangku perkuliahan;
6. Kakak tingkat dan adik tingkat yang selalu memberikan doa demi kelancaran skripsi ini, serta pihak-pihak lain yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu atas bantuannya secara langsung maupun tidak langsung.

7. Terakhir, untuk perempuan sederhana namun terkadang sulit dimengerti isi kepalanya, diri saya sendiri, Rr Bella Alda Restanti. Apresiasi sebesar-besarnya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang sudah dimulai. Terima kasih telah hadir di dunia walaupun mungkin tidak sedikit yang tidak ikut serta merayakan hadirmu, namun selalu bersyukur karena masih banyak pula manusia yang dengan bahagia menyambut lahirmu ke dunia. Terima kasih tetap memilih hidup dan berjuang sejauh ini, walaupun sesekali putus asa atas apa yang sedang diusahakan. Tetaplah menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak lelah untuk mencoba. Rayakan selalu kehadiranmu di dunia ini tentang semua hal yang membuatmu hidup. Pastikan jiwamu selalu menjadi bagian dari hal baik di alam semesta.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iv
BIODATA	v
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB 2	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tinjauan Umum.....	4
2.1.1. Pirolisis	4
2.1.2. Jenis-Jenis Pirolisis	5
2.1.3. Sampah Plastik.....	7
2.1.4. Jenis-Jenis Sampah Plastik	7
2.1.5. Karakteristik Plastik.....	8
2.1.6. Reaktor	10
2.1.7. Jenis-Jenis Reaktor Pirolisis	10
2.1.8. Bahan Bakar Padat.....	13
2.1.9. Bahan Bakar Cair	13
2.1.10. Bahan Bakar Gas.....	14

2.1.11.	Bahan Bakar Minyak	14
2.1.12.	Jenis-Jenis Bahan Bakar Minyak	15
2.1.13.	Bensin	19
2.1.14.	Sifat Fisik Bahan Bakar	20
2.1.15.	Fraksi Minyak Bumi dan Kegunaannya	23
2.2.	Landasan Teori	26
2.2.1.	Proses Pirolisis	26
2.2.2.	Parameter Proses Pirolisis.....	28
2.2.3.	Konversi Sampah Plastik menjadi Minyak.....	29
2.3.	Penelitian Terdahulu.....	31
BAB 3	.....	33
METODE PENELITIAN	.....	33
3.1.	Kerangka Penelitian	33
3.2.	Alat dan Bahan	34
3.2.1.	Alat Penelitian.....	34
3.2.2.	Bahan	34
3.3.	Desain Reaktor dan Cara Kerja.....	34
3.3.1.	Desain Reaktor.....	34
3.3.2.	Cara Kerja	35
3.4.	Variabel.....	35
3.4.1.	Variabel Bebas	35
3.4.2.	Variabel Kontrol/Tetap.....	35
3.4.3.	Variabel Terikat	35
3.5.	Analisa Data	35
3.6.	Matriks	36
3.7.	Jadwal Penelitian.....	36
BAB 4	.....	37
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	37
4.1.	Suhu Terbaik Proses Pirolisis	37
4.1.1	Perbandingan Suhu dalam Menghasilkan Produk Pirolisis	37
4.2.	Perbandingan Kualitas Minyak Produk Pirolisis	40
4.2.1.	Analisa Kualitas Minyak.....	40

4.2.2.	Hubungan Suhu dengan Nilai Densitas	40
4.2.3.	Hubungan Suhu dengan Nilai Viskositas.....	41
4.2.4.	Hubungan Suhu dengan Nilai Kalor	42
4.2.5.	Hubungan Suhu dengan Nilai Cetane Number	43
4.2.6.	Perbandingan Nilai Densitas.....	44
4.2.7.	Perbandingan Nilai Viskositas	44
4.2.8.	Perbandingan Nilai Kalor	45
4.2.9.	Perbandingan Nilai Cetane Number	45
4.3.	Analisa GCMS	46
4.4.	Analisa Gas CO dan CO ₂	49
4.5.	Evaluasi	49
BAB 5	.....	51
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	51
5.1.	Kesimpulan.....	51
5.2.	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA	.....	52
LAMPIRAN	.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Produk Hasil Slow Pyrolysis	5
Tabel 2.2 Jenis Plastik dan Kegunaannya	8
Tabel 2.3 Fraksi Minyak Bumi.....	23
Tabel 3.1 Matriks Penelitian.....	36
Tabel 3.2 Jadwal Penelitian	36
Tabel 4.1 Produk Hasil Pirolisis	37
Tabel 4.2 Hubungan Suhu dengan Nilai Densitas	40
Tabel 4.3 Hubungan Suhu dengan Nilai Viskositas	41
Tabel 4.4 Hubungan Suhu dengan Nilai Kalor.....	42
Tabel 4.5 Hubungan Suhu dengan Nilai Cetane Number	43
Tabel 4.6 Nilai Densitas	44
Tabel 4.7 Nilai Viskositas.....	44
Tabel 4.8 Nilai Kalor	45
Tabel 4.9 Perbandingan Cetane Number	45
Tabel 4.10 Hasil Analisa GCMS	46
Tabel 4.11 Persen rantai karbon pada suhu 600°C dan 800°C	47
Tabel 4.12 Fraksi Minyak Bumi terhadap Minyak Pirolisis LDPE	48
Tabel 4.13 Perbandingan Gas CO dan CO ₂	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fixed or Moving Bed.....	11
Gambar 2.2 Bubbling Fluidized Bed.....	11
Gambar 2.3 Circulating Fluidized Bed.....	12
Gambar 2.4 Ultra Rapid Pyrolyzer.....	12
Gambar 2.5 Rotating Cone	13
Gambar 2.6 Mekanisme Penyulingan Bahan Bakar Minyak	15
Gambar 2.7 Skema Konversi Biomassa	27
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	34
Gambar 3.2 Desain Rangkaian Reaktor Pirolisis	34
Gambar 4.1 Grafik Hasil Pirolisis Sampah Plastik PET	38
Gambar 4.2 Grafik Hasil Pirolisis Sampah Plastik LDPE	39
Gambar 4.3 Grafik Uji Nilai Densitas Sampah Plastik LDPE	40
Gambar 4.4 Grafik Uji Nilai Viskositas Sampah Plastik LDPE	41
Gambar 4.5 Grafik Uji Nilai Kalor Sampah Plastik LDPE.....	42
Gambar 4.6 Grafik Uji Cetane Number Sampah Plastik LDPE.....	43

ABSTRAK

Sampah plastik telah menjadi permasalahan lingkungan yang mendesak. Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan pada tahun 2021, total sampah yang dihasilkan mencapai sekitar 68,5 juta ton, dengan sekitar 11,6 juta ton atau sekitar 17% dari total tersebut adalah sampah plastik. Metode konvensional dalam pengolahan sampah plastik, seperti *landfill* dan *open dumping*, berdampak negatif terhadap lingkungan. Pembakaran plastik juga berkontribusi pada polusi udara. Daur ulang plastik hanya mengubahnya menjadi bentuk yang berbeda tanpa mengurangi jumlah sampah plastik secara keseluruhan. Oleh karena itu, diperlukan metode alternatif, dan salah satu metodenya adalah pirolisis. Pirolisis adalah proses yang mendegradasi material pada suhu antara 300°C dan 1000°C, menghasilkan gas yang dikondensasi dan dipecah menjadi minyak, meninggalkan arang. Berbagai faktor seperti komposisi material, suhu, waktu tinggal, dan ukuran bahan baku memengaruhi proses pirolisis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi pirolisis yang ramah lingkungan untuk mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif berbasis minyak, mengevaluasi kualitas produk minyak, dan mengidentifikasi jenis sampah plastik yang cocok untuk pirolisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pirolisis sampah plastik LDPE pada suhu 800°C menghasilkan minyak dengan sifat yang mendekati standar bensin dan solar Pertamina.

Kata Kunci: pirolisis; manajemen sampah plastik; produksi bahan bakar alternatif; analisis kualitas bahan bakar; sampah menjadi energi

ABSTRACT

Plastic waste has become an urgent environmental issue. According to data from the Ministry of Environment and Forestry in 2021, the total waste generated was approximately 68.5 million tons, with around 11.6 million tons or approximately 17% of the total being plastic waste. Conventional methods of plastic waste management, such as landfills and open dumping, have negative environmental impacts. Plastic incineration also contributes to air pollution. Recycling plastic only transforms it into a different form without reducing the overall plastic waste. Therefore, alternative methods are needed, and one such method is pyrolysis. Pyrolysis is a process that degrades materials at temperatures between 300°C and 1000°C, producing gases that are condensed and distilled into oil, leaving behind char. Various factors such as material composition, temperature, residence time, and feedstock size influence the pyrolysis process. This study aims to develop an environmentally friendly pyrolysis technology to convert plastic waste into oil-based alternative fuel, evaluate the quality of the oil products, and identify suitable plastic waste types for pyrolysis. The results indicate that LDPE plastic waste pyrolysis at 800°C yields oil with properties approaching Pertamina's gasoline and diesel standards.

Keywords: *pyrolysis; plastic waste management; alternative fuel production; fuel quality analysis; waste-to-energy*