

**KONVERSI LIMBAH PLASTIK *HIGH DENSITY*
POLYETHYLENE (HDPE) MENJADI BAHAN BAKAR CAIR
(BBC) MENGGUNAKAN KATALIS GAMMA ALUMINA (γ -
 Al_2O_3) DALAM *MULTISTAGE* SEPARATOR**



**Diusulkan sebagai salah satu syarat
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan DIV
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi**

OLEH :

**FATHUL WAHAB
0616 4041 1594**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2020**

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**KONVERSI LIMBAH PLASTIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE*
(HDPE) MENJADI BAHAN BAKAR CAIR (BBC) MENGGUNAKAN
KATALIS GAMMA ALUMINA ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) DALAM *MULTISTAGE*
SEPARATOR**

OLEH :

**FATHUL WAHAB
NPM 061640411594**

Menyetujui,
Pembimbing I,

Ir. Arizal Aswan, M.T.
NIDN. 0024045811

Palembang, Oktober 2020

Pembimbing II,

Ir. Patria, M.T.
NIDN. 0021026606

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia



Ir. Jaksen M. Amin, M.Si.
NIP. 196209041990031002



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Jalan Srijaya Negara, PALEMBANG 30139
Telp.0711-353414 Fax. 0711-355918. E-mail : kimia@polsri.ac.id.



Telah diseminarkan di hadapan Tim Penguji
di Program Studi Sarjana Terapan (DIV) – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
Pada tanggal 16 September 2020

Tim Penguji:

1. Ir. Hj. Sutini Pujiastuti L, M.T.
NIDN 0023105603
2. Ida Febriana, S.Si., M.T.
NIDN 0226028602
3. Agus Manggala, S.T., M.T.
NIDN 0026088401
4. Dr. Martha Aznury, M.Si.
NIDN 0019067006

Tanda Tangan

()
()
()

Palembang, September 2020

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan (DIV)
Teknik Energi

Ir. Sahrul Effendy A., M.T.
NIP. 196312231996011001

ABSTRAK

KONVERSI LIMBAH PLASTIK *HIGH DENSITY POLYETHYLENE* (HDPE) MENJADI BAHAN BAKAR CAIR (BBC) MENGGUNAKAN KATALIS GAMMA ALUMINA (γ - Al_2O_3) DALAM *MULTISTAGE SEPARATOR*

(Fathul Wahab, 2020 : 47 Halaman, 12 Tabel, 11 Gambar, 4 Lampiran)

Salah satu sampah plastik yang cukup dominan di dunia adalah plastik berbahan dasar *High Density Polyethylene* (HDPE). Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) ini sering dijumpai dalam bentuk kantong plastik, kontainer makanan, fitting pipa, botol susu bayi, dan lain-lain. Plastik ini tidak dapat terurai secara biologis sehingga dapat mengganggu lingkungan. Bila dimusnahkan dengan cara dibakar, limbah plastik akan menyebabkan polusi udara dan menyebabkan pemanasan global. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi limbah plastik ini adalah dengan mengkonversi plastik HDPE menjadi menjadi bahan bakar cair dengan proses perengkahan katalitik. Proses perengkahan ini menggunakan katalis Gamma Alumina (γ - Al_2O_3) untuk mempercepat reaksi sehingga menghemat penggunaan energi dan meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan. Penelitian yang dilakukan adalah dengan menganalisis pengaruh variasi temperatur mulai dari 300, 350, 400, 450, dan 500 °C. Berdasarkan hasil analisis produk bahan bakar cair hasil pirolisis sampah plastik *High density polyethylene* (HDPE) optimum pada temperatur 400°C dengan densitas 0.7609 gr/cm³, viskositas 1.7760 mm²/s dan titik nyala 28,8°C. Bahan bakar cair hasil pirolisis limbah plastik HDPE selanjutnya dianalisis dengan metode GC-MS, didapatkan kesimpulan bahwa bahan bakar cair yang dihasilkan berupa campuran *gasoline* (C₇-C₁₂) 53.94% dan *diesel* (C₁₃-C₂₀) 27.13%.

Kata Kunci : Pirolisis, Plastik, *High density polyethylene*, Gamma Alumina

ABSTRACT

CONVERSION OF *HIGH DENSITY POLYETHYLENE (HDPE)* PLASTIC WASTE TO LIQUID FUEL (BBC) USING ALUMINE GAMMA CATALYST ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) IN MULTISTAGE SEPARATOR

(Fathul Wahab, 2020 : 47 Pages, 12 Tables, 11 Pictures, 4 Attachments)

One of the dominant plastic waste in the world is plastic made from High Density Polyethylene (HDPE). (High Density Polyethylene) HDPE plastic is often found in the form of plastic bags, food containers, pipe fittings, baby milk bottles, and others. This plastic is not biodegradable, so it can disturb the environment. If destroyed by burning, plastic waste will cause air pollution and cause global warming. One of alternative to reduce the number of this plastic waste is converting High Density Polyethylene (HDPE) plastic into liquid fuel with a catalytic cracking process. This cracking process uses a Gamma Alumina ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) catalyst to speed up the reaction, to save energy consumption and improve the quality of the product result. The research was conducted by analyzing the effect of temperature variations ranging from 300, 350, 400, 450, and 500 °C. The result shown that the optimum temperature of pyrolysis High density polyethylene (HDPE) is 400°C with a density 0.7609 gr/cm³, viscosity 1.7760 mm²/s, and flash point 28.8°C. The liquid fuel product from pyrolysis of HDPE plastic waste then analyzed by the GC-MS method, and it can be conclude that the liquid fuel product was a mixture of 53.94% gasoline (C₇-C₁₂) and 27.13% diesel (C₁₃-C₂₀).

Keywords : Pirolysis, Plastic, High Density Polyethylene, Gamma Alumina

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan,(Al-Insyirah : 5)”

“Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagi kamu. Dan boleh jadi kamu mencintai sesuatu, padahal ia amat buruk bagi kamu. Allah Maha mengetahui sedangkan kamu tidak mengetahui”. (Al-Baqarah : 216)”

Karya ini Kupersembahkan untuk :

- Allah SWT. yang telah menurunkan ilmu pengetahuan kepada manusia dan Nabi Muhammad SAW. yang telah menjadi suri tauladan bagi seluruh umat manusia.
- Ayahku Saepul Mumin yang telah menjadi teladanku dan Ibuku Hazizah yang telah dan membesarkanku dengan penuh waktu, sabar dan kasih sayang.
- Adikku Syihabbuddin yang menjadi teman diskusi, bercerita dan berbagi ilmu pengetahuan.
- Seluruh teman perjuangan Teknik Energi 2016, terkhusus teman-teman kelas EGB 2016 yang telah berproses bersama dan menemani langkah perjuangan selama kuliah.
- Dosen Pembimbing Bapak Ir. Arizal Aswan, M.T. dan Ibu Ir. Fatria, M.T. yang telah membantu proses riset dan penyelesaian laporan tugas akhir ini.
- Seluruh Dosen Jurusan Teknik Kimia dan Prodi DIV Teknik Energi yang telah mengajarku dan memberikan ilmu-ilmu selama perkuliahan.
- Seluruh umat manusia yang membaca karyaku ini.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Konversi Limbah Plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) Menjadi Bahan Bakar Cair (BBC) Menggunakan Katalis Gamma Alumina ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$)

Dalam *Multistage Separator*” ini dengan baik tepat pada waktunya. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta para keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan mata kuliah Tugas Akhir pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang.

Dalam melaksanakan Tugas Akhir ini penulis telah banyak menerima bimbingan dan bantuan serta dukungan dari berbagai pihak sehingga berjalan dengan lancar. Maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ing. Ahmad Taqwa. M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Ir. Jaksen M. Amin, M.Si. 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. Sahrul Effendy A., M.T. selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
5. Ir. Arizal Aswan, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah membantu proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Ir. Fatria, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah membantu proses penyelesaian penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Ir. Aisyah Suci Ningsih, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
8. Bapak/Ibu Dosen, Staff administrasi dan Teknisi di Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

9. Kedua orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan doa, motivasi dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Tim kelompok pirolisis plastik yang telah berjuang bersama dalam menyelesaikan tugas akhir ini, terima kasih untuk kerjasamanya.
11. Teman-teman Teknik Energi, terkhusus EGB 2016 yang telah berjuang bersama, terima kasih untuk segala dukungan serta masukannya.
12. Terima kasih untuk raga yang tak putus harap dan bertahan sampai hari ini.

Penulis mungkin menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak dan untuk menyempurnakan laporan Tugas Akhir ini. Pada akhirnya semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan Ridho-Nya kepada kita, aamiin.

Palembang, September 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Perumusan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Plastik	4
2.1.1 Polimer Termoplastik.....	4
2.1.2 Polimer <i>Termosetting</i>	6
2.2 Jenis-Jenis Plastik.....	7
2.3 Penggolongan Plastik pada Industri	8
2.3.1 <i>Polyethylene Terephthalate (PET)</i>	8
2.3.2 <i>High Density Polyethylene (HDPE)</i>	8
2.3.3 <i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i>	9
2.3.4 <i>Low Density Polyethylene (LDPE)</i>	9
2.3.5 <i>Polypropylene</i>	10
2.3.6 <i>Polystyrene (PS)</i>	10
2.3.7 <i>Jenis Lain</i>	10
2.4 HDPE (<i>High Density Polyethylene</i>)	11
2.4.1 Karakteristik HDPE	11
2.4.2 Polimer Penyusun HDPE	11
2.5 Sifat Termal Bahan Plastik.....	11

2.6	Pirolisis.....	12
2.6.1	<i>Thermal Cracking</i>	13
2.6.2	<i>Hydro Cracking</i>	13
2.6.3	<i>Catalytic Cracking</i>	14
2.6.4	Produk hasil pirolisis.....	16
2.6.5	Faktor yang Mempengaruhi Pirolisis.....	18
2.7	Bahan Bakar Minyak.....	19
2.7.1	Bahan Bakar Bensin.....	20
2.7.2	Bahan Bakar Solar	23
2.8	Aluminium Oksida	24
2.8.1	Sifat-Sifat Kimia dan Fisika Aluminium Oksida.....	25
2.8.2	Gamma Alumina (γ -Al ₂ O ₃).....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		26
3.1	Pendekatan Desain Fungsional.....	26
3.1.1	<i>Multistage</i> Reaktor Pirolisis.....	26
3.1.2	Ruang Bakar.....	26
3.1.3	<i>Oil Burner</i>	26
3.1.4	Kondensor	27
3.1.5	<i>Pressure Reducing Valve</i>	27
3.1.6	Kontrol Panel	27
3.2	Pendekatan Desain Struktural.....	27
3.3	Pertimbangan Percobaan	28
3.3.1	Waktu dan Tempat	28
3.3.2	Bahan dan Alat.....	29
3.4	Pengamatan	30
3.4.1	Variabel Penelitian.....	31
3.5	Prosedur Percobaan	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Hasil Penelitian.....	36
4.2	Pembahasan	37
4.2.1	Pengaruh Temperatur Terhadap Densitas Produk.....	37
4.2.2	Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Produk.....	38
4.2.3	Pengaruh Temperatur Terhadap Titik Nyala Produk.....	40
4.2.4	Analisis Nilai Kalor.....	41
4.2.5	Pengaruh Temperatur Terhadap Persentase Yield Produk yang dihasilkan	41

4.2.6 Analisis Senyawa Kimia dan Komposisi Bahan Bakar Cair	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	48

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Perbedaan Termoplastik dan <i>Termosetting</i>	7
2.2 Karakteristik, sifat fisika dan kimia HDPE.....	11
2.3 Temperatur Transisi dan Temperatur Lebur Plastik	12
2.4 Produk Cair yang Sesuai dengan Fraksi Refineri	16
2.5 Spesifikasi Bahan Bakar Bensin RON 88 (Premium).....	21
2.6 Spesifikasi Bahan Bakar Bensin Jenis 90 (Pertalite)	22
2.7 Bahan Bakar Bensin Jenis 98 (Pertamax Turbo)	23
2.8 Spesifikan Bahan Bakar Solar.....	24
4.1 Data Pengamatan Hasil Proses Pirolisis Sampah Plastik HDPE	36
4.2 Data Analisis Karakteristik Produk Pirolisis Limbah Plastik HDPE.....	36
4.3 Hasil Analisis GC-MS Produk Pirolisis Limbah Plastik HDPE	37
4.4 Data Waktu Retensi dan Luas Area Puncak Berdasarkan hasil GC-MS	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Struktur Termoplastik-1	5
2.2 Struktur Termo Plastik-2.....	5
2.3 Struktur <i>Thermosetting</i>	6
2.4 <i>Rantai Polyethylene Terephthalate (PET)</i>	8
2.5 Mekanisme <i>Catalytic Cracking Hydrocarbon</i>	15
3.1 Perangkat Alat <i>Multistage</i> Separator Reaktor Pirolisis.....	28
4.1 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Densitas.....	37
4.2 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas.....	39
4.3 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Titik Nyala	40
4.4 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap % <i>Yield</i>	41
4.5 Hasil GC-MS Produk Pirolisis HDPE	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I	:	Data Penelitian	52
Lampiran II	:	Perhitungan	58
Lampiran III	:	Dokumentasi	75
Lampiran IV	:	Surat-Surat	79