

PENGOLAHAN SAMPAH *POLYSTYRENE* MENJADI *LIQUID FUEL* DENGAN DAN TANPA KATALIS GAMMA ALUMINA ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) MENGGUNAKAN *SINGLE STAGE SEPARATOR*



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Pendidikan Sarjana Terapan
pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknik Energi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

Oleh:

Bina Trijayanti

061740411494

**JURUSAN TEKNIK KIMIA PRODI DIV TEKNIK ENERGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

2021

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENGOLAHAN SAMPAH *POLYSTYRENE* MENJADI *LIQUID FUEL* DENGAN DAN TANPA KATALIS GAMMA ALUMINA (γ - Al_2O_3) MENGGUNAKAN *SINGLE STAGE SEPARATOR*

OLEH :

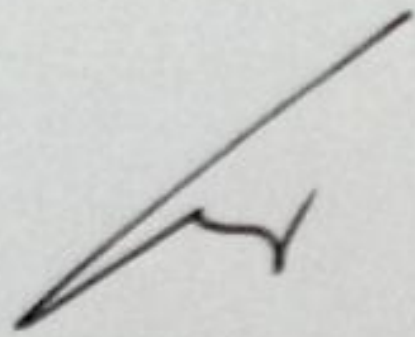
Bina Trijayanti

061740411494

Palembang, September 2021

Menyetujui

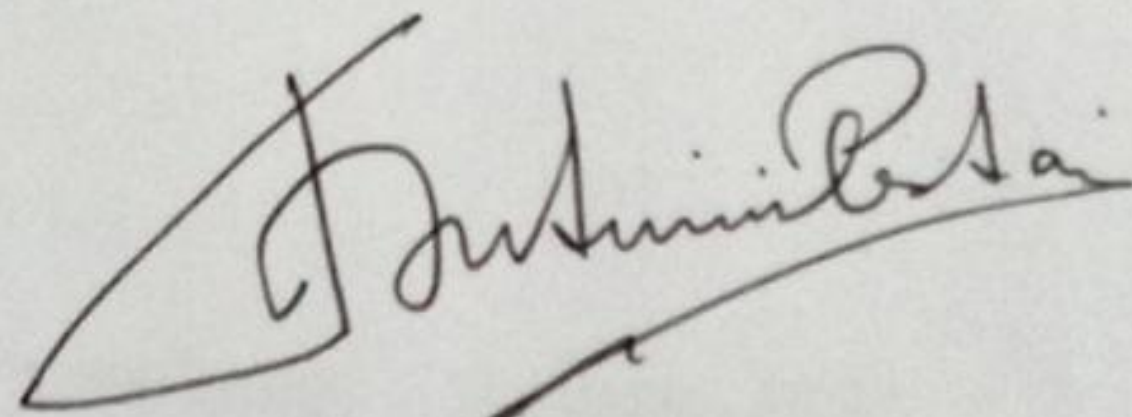
Pembimbing I,



Ir. Arizal Aswan., M.T.

NIDN. 0024045811

Pembimbing II,



Ir. Sutini Pujiastuti L., M.T.

NIDN. 0023105603

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Kimia



Ir. Jaksen M., Amin., M. Si.

NIP. 196209041990031002

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI
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 Tugas Akhir dihadapan Tim Penguji
di Program Diploma IV – Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Sriwijaya
pada tanggal 28 Juli 2021

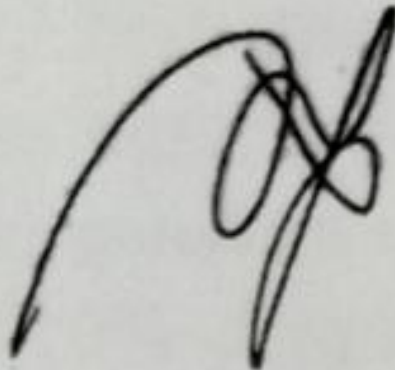
Tim Penguji :

Tanda Tangan

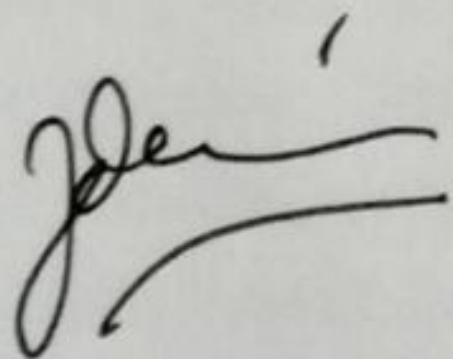
1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T.
NIDN. 0002026710

()

2. Dr. Ir. Aida Syarif, M.T.
NIDN. 0011016505

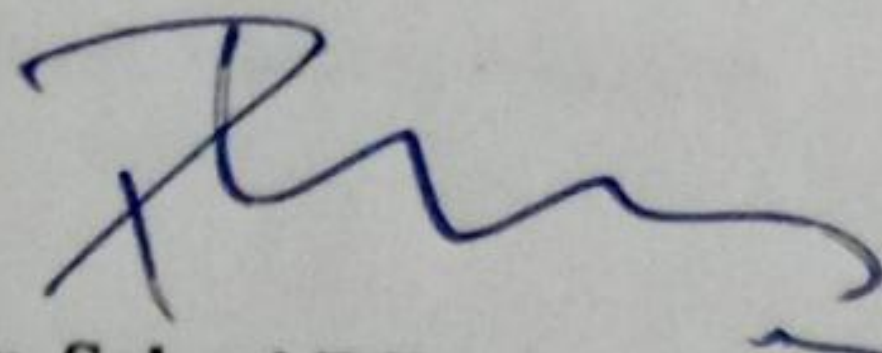
()

3. Ida Febriana, S.Si.,M.T.
NIDN. 0226028602

()

Palembang, Agustus 2021

Mengetahui,
Koordinator Program Studi
DIV Teknik Energi



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

ABSTRAK

Pengolahan Sampah *Polystyrene* Menjadi *Liquid Fuel* Dengan Dan Tanpa Katalis Gamma Alumina ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) Menggunakan *Single Stage Separator*

(Bina Trijayanti, 2021, Laporan Tugas Akhir; 90 Halaman, 40 Tabel, 22 Gambar)

Peningkatan pertumbuhan ekonomi dan penduduk dengan budaya modern, praktis menyebabkan penggunaan plastik. *styrofoam* tergolong ke dalam jenis plastik *polystyrene* yang sulit untuk di degradasi secara biologis. Maka dari itu diperlukan suatu metode yang tepat untuk mengolah limbah *styrofoam* menjadi bahan bakar alternatif melalui metode pirolisis. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas dan konversi bahan bakar hasil pirolisis sampah *styrofoam* dengan dan tanpa menggunakan katalis gamma alumina menggunakan *single stage separator*. Variasi katalis yang digunakan adalah 0% dan 10% dengan suhu operasi tanpa katalis dimulai sebesar 182°C, 271°C, 311°C, 364°C, dan 414°C. Sedangkan dengan menggunakan katalis gamma alumina suhu operasi dimulai dari 172°C, 266°C, 299°C, 359°C dan 407°C. Berdasarkan hasil analisa produk bahan bakar cair hasil pirolisis sampah plastik *Polystyrene (Styrofoam)* pada katalis 0%, didapatkan densitas, viskositas, nilai kalor, titik nyala, dan Gas Chromathography-Mass Spectrometry (GC-MS) masing-masing yaitu : 0,7705 gr/ml, 2,07 mm²/s, 6840,35 cal/gr, 32,1°C, dan fraksi bensin yang terbentuk dengan luas area sebesar 71,18%, fraksi kerosin-diesel senilai 9,14% dan senyawa lainnya yang masih berupa asam lemak sebesar 18,05%. Sedangkan pada katalis gamma alumina 10% didapatkan densitas, viskositas, nilai kalor, titik nyala, dan Gas Chromathography-Mass Spectrometry (GC-MS) masing-masing yaitu : 0,7837 gr/ml, 2,09 mm²/s, 7067,1504 cal/gr, 27,8°C, dan fraksi bensin yang terbentuk dengan luas area sebesar 49,87%, fraksi kerosin-diesel senilai 25,01% dan senyawa lainnya yang masih berupa asam lemak sebesar 21,92%.

Kata Kunci : Pirolisis, *Polystyrene*, *Styrofoam*, Gamma Alumina

ABSTRACT

The Processing of Polystyrene Waste into Liquid Fuel With and Without Gamma Alumina ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) Catalyst Using Single Stage Separator

(Bina Trijayanti, 2021, *Final Report*; 94 Pages, 40 Tables, 22 Images)

The increased economic and population growth along with modern culture, practically led to the use of plastic. Styrofoam belongs to the type of polystyrene plastic that is difficult to degrade biologically. Therefore, appropriate method is needed to process styrofoam waste into alternative fuels through the pyrolysis method. The purpose of this research was to improve the quality and conversion of fuel from pyrolysis of styrofoam waste with and without a gamma alumina catalyst using a single stage separator. Variations of the catalyst used were 0% and 10% with operating temperatures without catalyst, ranging from 182°C, 271°C, 311°C, 364°C dan 414°C. Meanwhile, the operating temperature of using gamma alumina catalyst starts from 172°C, 266°C, 299°C, 359°C dan 407°C. Based on the results of the analysis of liquid fuel products resulting from the pyrolysis of polystyrene (styrofoam) plastic waste on a 0% catalyst, the density, viscosity, heating value, flash point, and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) were 0,7705 gr/ml, 2.07 mm²/s, 6840.35 cal/gr, 32.1°C, respectively where the gasoline fraction formed has an area of 71.18%, the kerosene-diesel fraction was 9.14% and other compounds were still acidic fat by 18.05%. On the other hand, on 10% gamma alumina catalyst, the density, viscosity, heating value, flash point, and Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) were 0.7837 gr/ml, 2.09 mm²/s, 7067.1504 cal/gr, 27.8°C, respectively where the gasoline fraction formed had an area of 49.87%, the kerosene-diesel fraction was 25.01% and other compounds which were still in the form of fatty acids were 21.92%.

Keywords: Pyrolysis, Polystyrene, Styrofoam, Gamma Alumina

MOTTO

“Kurangi suudzon perbanyak husnuzon, dan yakin pada diri sendiri semua hal dapat terlewati asalkan ada niat, usaha, do’a dan restu orang tua”

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan ridho-Nya, serta salawat dan salam kita sampaikan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita ke arah kebenaran. Syukur alhamdulillah dengan seizin-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Pengolahan Sampah *Polystyrene* Menjadi *Liquid Fuel* Dengan Dan Tanpa Katalis Gamma Alumina ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) Menggunakan *Single Stage Separator*”.

Laporan ini disusun berdasarkan hasil Penelitian Tugas Akhir penulis selama enam bulan mulai dari Februari sampai Juli 2021 di Laboratorirum Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya untuk memenuhi persyaratan kurikulum jurusan Teknik Kimia Program Studi DIV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam melaksanakan laporan Penelitian Tugas Akhir ini penulis telah menerima banyak bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Dipl. 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 Laporan Tugas Akhir Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Ir. Hj. Sutini Pujiastuti Lestari , M.T., selaku Dosen Pembimbing II Laporan Tugas Akhir dan selaku Pembimbing Akademik Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Bapak/Ibu Dosen Jurusan Teknik Kimia, selaku Dosen Pengajar Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.

8. Orangtua dan keluarga atas segala dukungan, doa serta kasih sayangnya.
9. Rekan-rekan seperjuangan Pirolisis Yuk 2021 yang telah berkerjasama dan membangun kesolidan.
10. Rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Prodi DIV Teknik Energi, terutama kelas 8 EGA angkatan 2017 yang saling memberikan semangat dan dukungan kepada penulis.
11. Serta pihak-pihak yang secara langsung maupun tidak langsung, besar ataupun kecil, telah membantu penulis dalam kegiatan tugas akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa Politeknik Negeri Sriwijaya Jurusan Teknik Kimia khususnya Program Studi DIV Teknik Energi.

Palembang, Juli 2021

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| ABSTRAK | iii |
| MOTTO | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.3 Manfaat Penelitian | 4 |
| 1.4 Rumusan Masalah | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Pengertian <i>Styrofoam</i> | 5 |
| 2.2 Plastik | 6 |
| 2.2.1 Polimer Termoplastik | 6 |
| 2.2.2 Polimer <i>Termosetting</i> | 8 |
| 2.3 Pirolisis | 9 |
| 2.4 <i>Catalytic Cracking</i> | 11 |
| 2.5 Gamma Alumina ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) | 12 |
| 2.6 Sifat Fisik dan Kimia Gamma Alumina ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) | 13 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 14 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 14 |
| 3.2 Bahan dan Alat | 14 |
| 3.3 Perlakuan dan Modifikasi | 15 |
| 3.3.1 Perlakuan | 15 |
| 3.3.2 Modifikasi Peralatan | 16 |
| 3.3.3 Desain Struktural Modifikasi Alat | 18 |
| 3.4 Pengamatan | 25 |
| 3.5 Prosedur Percobaan | 26 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 28 |
| 4.1 Hasil Penelitian | 28 |
| 4.2 Pembahasan | 31 |
| 4.2.1 Hubungan sistem <i>Single Stage Separator</i> | 31 |

| | |
|---|----|
| 4.2.2 Hubungan antara Temperatur dan % <i>yield</i> | 33 |
| 4.2.3 Hubungan antara Temperatur terhadap Densitas | 34 |
| 4.2.4 Hubungan antara Temperatur dan Viskositas | 35 |
| 4.2.5 Hubungan antara Temperatur dan Titik Nyala..... | 36 |
| 4.2.6 Hasil Analisa GC-MS | 37 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 40 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 40 |
| 5.2 Saran | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA | 42 |
| LAMPIRAN | 45 |

DAFTAR TABEL

| | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 2.1 Perbedaan Termoplastik dan <i>Termosetting</i> | 9 |
| Tabel 2.2 Produk Cair yang Sesuai dengan Fraksi Refineri | 12 |
| Tabel 4.1 Temperatur Operasi Reaktor..... | 28 |
| Tabel 4.2 Data Pengaruh Variasi Katalis dan Temperatur Terhadap % <i>Yield</i> .. | 29 |
| Tabel 4.3 Data Pengaruh Variasi Katalis terhadap Uji Karakteristik Bahan Bakar Cair | 29 |
| Tabel 4.4 Fraksi dan Komposisi Senyawa Kimia <i>Liquid Fuel</i> | 30 |
| Tabel 4.5 Fraksi dan Komposisi Senyawa Kimia <i>Liquid Fuel</i> | 30 |
| Tabel 4.6 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya | 31 |
| Tabel 4.7 Perbandingan <i>Multistage</i> Separator dan <i>Single Stage</i> Separator | 31 |

DAFTAR GAMBAR

| | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1 Rantai <i>Polystyrene</i> | 5 |
| Gambar 2.2 Struktur Termoplastik 1 | 7 |
| Gambar 2.3 Struktur Termoplastik 2 | 7 |
| Gambar 2.4 Struktur <i>Thermosetting</i> | 8 |
| Gambar 3.1 Desain Alat 3D | 19 |
| Gambar 3.2 Komponen Alat | 20 |
| Gambar 3.3 Dimensi Alat Tampak Depan | 21 |
| Gambar 3.4 Dimensi Alat Tampak Atas | 22 |
| Gambar 3.5 Dimensi Alat Tampak Kiri | 23 |
| Gambar 3.6 Dimensi Alat Tampak Kanan | 24 |
| Gambar 4.1 Grafik Hubungan antara Temperatur terhadap % <i>Yield</i> | 33 |
| Gambar 4.2 Grafik Hubungan antara Temperatur terhadap Densitas | 34 |
| Gambar 4.3 Grafik Hubungan antara Temperatur terhadap Viskositas | 35 |
| Gambar 4.4 Grafik Hubungan antara Temperatur terhadap Titik Nyala | 36 |
| Gambar 4.5 Kromatograf Produk Bahan Bakar Cair Tanpa Katalis..... | 38 |
| Gambar 4.2 Kromatograf Produk Bahan Bakar Cair Gamma Alumina | 38 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | Halaman |
|----------------------------------|---------|
| LAMPIRAN I Data Pengamatan | 46 |
| LAMPIRAN II Perhitungan | 63 |
| LAMPIRAN III Dokumentasi | 92 |
| LAMPIRAN IV Surat-Menyurat | 94 |