

SKRIPSI
KONVERSI LIMBAH PLASTIK CAMPURAN LDPE - HDPE MENJADI
BAHAN BAKAR CAIR MELALUI PIROLISIS KATALITIK DENGAN
VARIASI PERSENTASE KATALIS ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI



Disusun Sebagai Persyaratan
Menyelesaikan Pendidikan Sarjana Terapan (D-IV)
Pada Jurusan Teknik Kimia Program Studi Teknik Energi

OLEH :
MAHDI RAHMADANI
062240412333

POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2026

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**KONVERSI LIMBAH PLASTIK CAMPURAN LDPE - HDPE MENJADI
BAHAN BAKAR CAIR MELALUI PIROLISIS KATALITIK DENGAN VARIASI
PERSENTASE KATALIS ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI**

OLEH:
MAHDI RAHMADANI
062240412333

Palembang, Juli 2026

Menyetujui,

Pembimbing I,


Ahmad Zikri, S.T., M.T.
NUPTK 5174608839552204

Pembimbing II,


Isnandar Yunanto, S.ST., M.T.
NUPTK 4444770671130292

Mengetahui,

**Ketua Jurusan
Teknik Kimia**



Tahdid, S.T., M.T.
NIP 197201131997021001

**Koordinator Program Studi
DIV Teknik Energi**


Dr. Ir. Lety Trisnaliani, S.T., M.T.
NIP 197804032012122002

MOTTO

”Maka Sesungguhnya Bersama Kesulitan Akan Ada Kemudahan”

(QS. Al.Insyirah:5-6)

”Education Is the Most Powerful Weapon Which You Can Use To Change the World”

Nelson Mandela

"Choosing this opportunity was a difficult decision, but I dare to believe this is the right path. I'm opening a new chapter to become better—inspired by the line 'tentang mimpi berkecukupan' from Perunggu, which convinces me that I can. I dare to step out the front door, with slow steps and a farewell filled with warmth and quiet sorrow, so I can finally see the world and embrace everything it holds."

Mahdi Rahmadani, 2026

Kupersembahkan Skripsi ini untuk:

Mamak, Bapak, Keluarga Besar, Adnan Kost, dan Teman – Temanku.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
JURUSAN TEKNIK KIMIA
PROGRAM STUDI DIV TEKNIK ENERGI

Jalan Srijaya Negara Bukit Besar - Palembang 30139
Telp.0711-353414, Laman : <http://polsri.ac.id>. E-mail: d4energi@polsri.ac.id.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mahdi Rahmadani
NIM : 062240412333
Jurusan : Teknik Kimia
Program Studi : DIV Teknik Energi

Menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir dengan judul Konversi Limbah Plastik Campuran LDPE-HDPE Menjadi Bahan Bakar Cair Melalui Pirolisis Katalitik dengan Variasi Persentase Katalis Zeolit Alam Teraktivasi, tidak mengandung unsur 'PLAGIAT' sesuai dengan PERMENDIKNAS No. 17 Tahun 2010.

Bila pada kemudian hari terdapat unsur-unsur plagiat dalam penelitian ini, saya bersedia diberikan sanksi peraturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan tidak ada paksaan dari pihak manapun.

Pembimbing I,


Ahmad Zikri, S.T., M.T.
NUPTK 5174608839552204

Palembang, Juli 2026

Penulis


Mahdi Rahmadani
NIM 062240412333

Pembimbing II,


Isnandar Yudianto, S.ST., M.T.
NUPTK 4444770671130292

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat lulus sarjana terapan. Skripsi ini dengan judul “Konversi Limbah Plastik Campuran LDPE - HDPE Menjadi Bahan Bakar Cair Melalui Pirolisis Katalitik Dengan Variasi Persentase Katalis Zeolit Alam Teraktivasi”. Skripsi ini disusun berdasarkan hasil pengamatan dan analisis yang diperoleh saat melakukan penelitian di Laboratorium Teknik Kimia dan Laboratorium Teknik Energi Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada: Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan magang industri berdampak ini.

1. Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Dr. Yusri, S.Pd., M.Pd. selaku Wakil Direktur I Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Tahdid, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Isnandar Yunanto, S.S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya dan Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Dr. Lety Trisnaliany, S.T., M.T selaku Koordinator Program Studi D-IV Teknik Energi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Sahrul Effendi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik Kelas 8 EGA Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Ahmad Zikri, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
8. Segenap Dosen beserta seluruh Staff Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.
9. Kedua orang tua saya Ibu Erda Julita dan Bapak Alm. Suproni serta saudara tercinta yang telah memberikan bantuan dan dukungan, baik secara material maupun moril.
10. Yulinar Adnan dan Deski Alfarezy sebagai Ibu dan teman kost yang telah mendukung segala proses selama perkuliahan.

11. Teman – teman seperjuangan TA Pirolisis yang telah berjuang bersama selama proses penelitian dan dalam menyelesaikan penelitian ini.
12. Ridwan, Dian, Puteri, Dwi, Dinda, Rizky, Bimo, Tanjung dan Inggit selaku teman selama melaksanakan kegiatan perkuliahan.
13. Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya khususnya kelas 8 EGA serta Angkatan 2022 yang saling memberikan dukungan dan motivasi selama skripsi .
14. Dan kepada diri saya sendiri, Mahdi Rahmadani yang tidak menyerah, tetap berjuang dan akan bertahan sampai akhir meskipun prosesnya tidak selalu mudah.
15. Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca agar dapat dijadikan sebagai acuan pada kesempatan yang akan datang. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Palembang, Juli 2026

Penulis

ABSTRAK

KONVERSI LIMBAH PLASTIK CAMPURAN LDPE-HDPE MENJADI BAHAN BAKAR CAIR MELALUI PIROLISIS KATALITIK DENGAN VARIASI PERSENTASE KATALIS ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI

(Mahdi Rahmadani, 2026 : 78 Halaman, 16 Tabel, 19 Gambar)

Peningkatan konsumsi energi dan akumulasi limbah plastik merupakan dua permasalahan serius yang perlu ditangani secara bersamaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi persentase katalis zeolit alam teraktivasi terhadap *yield*, karakteristik fisik, dan komposisi senyawa hidrokarbon bahan bakar cair yang dihasilkan dari proses pirolisis katalitik campuran limbah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan *High Density Polyethylene* (HDPE). Proses pirolisis dilakukan menggunakan bahan baku campuran LDPE dan HDPE dengan perbandingan 1:1 sebanyak 2 kg per run pada suhu operasi 350°C selama 2 jam. Variasi persentase katalis zeolit alam teraktivasi HCl yang digunakan adalah 0%, 1%, 3%, 5%, dan 7% dari massa bahan baku. Karakteristik produk cair dianalisis meliputi densitas, viskositas kinematik, nilai kalor, titik nyala, dan komposisi senyawa hidrokarbon menggunakan *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan katalis 3% menghasilkan *yield* tertinggi sebesar 9,89%. Nilai densitas produk berada pada rentang 0,817–0,838 gr/mL, viskositas kinematik 2,64–3,92 mm²/s, dan nilai kalor 10.959–11.030 kal/gr, yang seluruhnya memenuhi standar bahan bakar *diesel* berdasarkan SK Dirjen Migas. Namun, nilai titik nyala pada kisaran 30–43°C belum memenuhi standar minimum *diesel* sebesar 52°C akibat keberadaan fraksi hidrokarbon ringan. Analisis GC-MS menunjukkan produk didominasi fraksi *diesel* (C₁₃–C₂₅) sebesar 57,16%, diikuti *gasoline* (C₅–C₁₀) 24,20%, *kerosene* (C₁₁–C₁₂) 14,84%, dan fraksi berat (>C₂₅) 3,77%. Kesimpulannya, katalis zeolit alam teraktivasi 3% merupakan kondisi optimum yang menghasilkan bahan bakar cair dengan kualitas terbaik dan berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif setara solar.

Kata kunci: pirolisis, LDPE, HDPE, katalis zeolit alam, bahan bakar cair, *catalytic cracking*

ABSTRACT

CONVERSION OF MIXED LDPE-HDPE PLASTIC WASTE INTO LIQUID FUEL VIA CATALYTIC PYROLYSIS WITH VARYING PERCENTAGES OF ACTIVATED NATURAL ZEOLITE CATALYST

(Mahdi Rahmadani, 2026 : 78 Pages, 16 Tables, 19 Figures)

Rising energy consumption and the accumulation of plastic waste are two serious issues that need to be addressed simultaneously. This study aims to analyze the effect of varying percentages of activated natural zeolite catalyst on the yield, physical characteristics, and hydrocarbon composition of liquid fuel produced through the catalytic pyrolysis of a mixture of Low-Density Polyethylene (LDPE) and High-Density Polyethylene (HDPE) waste. The pyrolysis process utilized a 1:1 mixture of LDPE and HDPE (2 kg per run) at an operating temperature of 350°C for 2 hours. The variations in HCl-activated natural zeolite catalyst percentage used were 0%, 1%, 3%, 5%, and 7% of the raw material mass. The liquid product characteristics analyzed included density, kinematic viscosity, calorific value, flash point, and hydrocarbon compound composition (determined via Gas Chromatography–Mass Spectrometry/GC-MS). The results showed that the use of 3% catalyst yielded the highest output at 9.89%. Product density ranged from 0.817 to 0.838 g/mL, kinematic viscosity from 2.64 to 3.92 mm²/s, and calorific value from 10,959 to 11,030 cal/g; all these values met the diesel fuel standards set by the Directorate General of Oil and Gas (SK Dirjen Migas). However, the flash point values—ranging from 30°C to 43°C—did not meet the minimum diesel standard of 52°C due to the presence of light hydrocarbon fractions. GC-MS analysis revealed a predominance of diesel-range products (C₁₃–C₂₅) at 57.16%, followed by gasoline (C₅–C₁₀) at 24.20%, kerosene (C₁₁–C₁₂) at 14.84%, and heavy fractions (>C₂₅) at 3.77%. In conclusion, the use of a 3% activated natural zeolite catalyst represents the optimum condition for producing high-quality liquid fuel with the potential to serve as a diesel-equivalent alternative fuel.

Keyword: pyrolysis, LDPE, HDPE, natural zeolite catalyst, liquid fuel, catalytic cracking

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
MOTTO	iv
SURAT BEBAS PLAGIAT	vi
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Manfaat Penelitian.....	4
1.4 Perumusan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Plastik	6
2.1.1 <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE)	7
2.1.2 <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE)	8
2.2 Katalis Zeolit	9
2.3 Pirolisis.....	13
2.3.1 Mekanisme Pirolisis	14
2.3.2 Parameter Operasi Pirolisis	17
2.4 Bahan Bakar Minyak.....	18
2.4.1 Jenis-jenis Bahan Bakar Minyak	18
2.4.2 Karakteristik Sifat Fisik Bahan Bakar Cair Hasil Pirolisis.....	22
2.5 <i>State of the Art</i>	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
3.1 Bahan dan Alat	25
3.1.1 Bahan yang Digunakan.....	25
3.1.2 Alat yang Digunakan	25
3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan	27
3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan.....	27

3.3.1 Perlakuan Percobaan.....	27
3.3.2 Diagram Penelitian	28
3.4 Pengamatan	30
3.4.1 Analisis Kualitatif.....	30
3.4.2 Analisis Kuantitatif.....	30
3.5 Prosedur Percobaan	32
3.5.1 Diagram Alir	32
3.5.2 Analisis Hasil Percobaan	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Hasil Penelitian	37
4.1.1 Hasil Perhitungan % <i>Yield</i>	37
4.1.2 Analisis Karakteristik Bahan Bakar Cair Hasil Pirolisis	38
4.2 Pembahasan	40
4.2.1 Pengaruh Persentase Katalis Zeolit Alam Teraktivasi terhadap <i>Yield</i> Bahan Bakar Cair Hasil Pirolisis.	40
4.2.2 Pengaruh Variasi Persentase Katalis Zeolit Alam Teraktivasi terhadap Karakteristik Bahan Bakar Cair	43
4.2.3 Pengaruh Variasi Persentase Katalis Zeolit Alam Teraktivasi terhadap Komposisi Senyawa Hidrokarbon Berdasarkan Analisis GC-MS... ..	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan.....	54
5.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Jenis plastik yang dapat didaur ulang.....	7
2.2 Spesifikasi Bahan Bakar Bensin	19
2.3 Spesifikasi Bahan Bakar <i>Kerosene</i>	20
2.4 Spesifikasi Bahan Bakar Solar	21
2.5 Daftar <i>State of the Art</i> Pirolisis Termal dan <i>Catalytic Cracking</i>	23
3.1 Daftar Alat Pirolisis.....	25
3.2 Daftar Alat Analisis Karakteristik Bahan Bakar Cair Hasil Pirolisis	26
3.3 Variabel Tetap Penelitian.....	27
3.4 Variabel Tidak Tetap Penelitian.....	27
3.5 Variasi Perlakuan Penelitian.....	28
4.1 Hasil Perhitungan Yield	37
4.2 Densitas Bahan Bakar Cair Hasil Pirolisis.....	38
4.3 Viskositas Bahan Bakar Cair Hasil Pirolisis	38
4.4 Nilai Kalor Bahan Bakar Cair Pirolisis.....	39
4.5 Titik Nyala Bahan Bakar Cair Pirolisis.....	39
4.6 Komposisi Senyawa Hasil Analisis GC-MS Bahan Bakar Cair	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Rumus Molekul LDPE	7
2.2 Plastik Jenis LDPE	8
2.3 Rumus Molekul HDPE	8
2.4 Plastik Jenis HDPE	9
2.5 Struktur Kimia Penyusun Zeolit	10
2.6 Struktur Zeolit Alam	11
2.7 Dealuminasi Zeolit oleh Ion H^+	11
2.8 Reaksi Pembentukan Situs Asam Brønsted	12
2.9 Reaksi Pembentukan Ion Karbokation.....	16
3.1 Seperangkat Alat Pirolisis Katalitik	25
3.2 Diagram Alir Pirolisis	28
3.3 Diagram Alir Prosedur Aktivasi Katalis.....	32
3.4 Diagram Alir Proses Penelitian	33
4.1 Grafik Pengaruh % Katalis Zeolit Alam Teraktivasi terhadap % <i>Yield</i>	41
4.2 Grafik Pengaruh Katalis Zeolit terhadap Densitas Bahan Bakar Cair	44
4.3 Grafik Pengaruh Persentase Katalis Zeolit terhadap Viskositas	46
4.4 Grafik Pengaruh Katalis Zeolit terhadap Titik Nyala Bahan Bakar Cair Hasil Pirolisis.....	47
4.5 Grafik Pengaruh Persentase Katalis Zeolit terhadap Nilai Kalor.....	49
4.6 Grafik Hasil Analisis <i>Gas Chromatography – Mass Spectrometry</i> Bahan Bakar Cair Pirolisis.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A Data Pengamatan.....	59
B Perhitungan.....	66
C Dokumentasi	75
D Surat Menyurat.....	77