

## PENGARUH WAKTU DAN TEMPERATUR TERHADAP RENDEMEN DAN NILAI KALOR BBC DARI LIMBAH PLASTIK POLYPROPYLENE DAN LDPE PADA UNIT THERMAL CRACKING AND CATALYTIC REACTOR WITH CO<sub>2</sub> EMMISION REMOVAL

Rima Daniar, Yohandri Bow, Tahdid, Meynisa Heva Nabilla\*

Politeknik Negeri Sriwijaya

Jalan Srijaya Negara, Palembang, Sumatera Selatan 30128

E-mail: [meynisabella22@gmail.com](mailto:meynisabella22@gmail.com)

---

### Abstract

*As a driver of economic growth, production, distribution and energy consumption play a very important role. One of the important roles of energy is as a fuel source. Together with the use of this fuel, it will have an impact on the depletion of resource reserves. Therefore, the use of alternative energy is one effort to overcome this problem. Accumulation of plastic waste is a crucial problem. Plastic does not rot easily, is light and cheap so it can have an impact on various aspects of life. One way to reduce plastic waste is the pyrolysis method. Currently, the use of liquid fuel from the processing of plastic waste has been widely developed. In the plastic waste pyrolysis process, 10 kg/run of polypropylene plastic and low density polyethylene plastic is used by thermal cracking and using natural zeolite as a catalyst and using a time variable of (15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180, 190) minutes and temperature (130, 140, 150, 160, 170)OC . The highest yield and calorific value was obtained at a temperature of 1600C and a time of 135 minutes of 8.97% and a calorific value of 11124 cal/gr. The calorific value of the liquid PP and LDPE pyrolysis products is close to the calorific value of petrol, where according to the standard calorific value of petrol itself it is 11000 – 11500 cal/gr.*

**Keywords:** Polypropylene; Low density polyethylene; pyrolysis; Zeolite

---

### Abstrak

*Sebagai penggerak pertumbuhan ekonomi dalam aktivitas produksi, distribusi, hingga konsumsi energi berperan sangat penting. Salah satu peranan penting energi ialah sebagai sumber bahan bakar. Bersama dengan penggunaan bahan bakar tersebut akan berdampak pada menipisnya cadangan sumber daya. Oleh karena itu penggunaan energi alternatif menjadi salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut. Penumpukan sampah plastik menjadi salah satu permasalahan yang krusial. Plastik tidak mudah lapuk, ringan serta murah sehingga dapat berdampak pada berbagai sisi kehidupan. Untuk mengurangi sampah plastik salah satunya yaitu dengan metode pirolisis. Saat ini telah banyak dikembangkan penggunaan bahan bakar cair dari hasil pengolahan sampah plastik. Pada proses pirolisis sampah plastik menggunakan bahan plastik polypropylene dan plastik low density polyethylene sebanyak 10 kg/run dengan cara*

*thermal cracking dan menggunakan zeolit alam sebagai katalis serta menggunakan variabel waktu sebesar ( 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180, 190) menit serta Temperatur (130, 140, 150, 160,170)°C . didapatkan nilai rendemen serta nilai kalor tertinggi pada temperatur 160°C dan waktu 135 menit sebesar 8,97 % serta nilai kalor 11124 kal/gr . Nilai kalor liquid produk hasil pirolisis PP dan LDPE mendekati nilai kalor bensin dimana pada standarisasi nilai kalor bensin sendiri sebesar 11000 – 11500 kal/gr.*

**Kata kunci:** Polypropylene; Low density polyethylene; Pirolisis; Zeolit

---

## 1. Pendahuluan

Peningkatan ekonomi dan ketahanan nasional sektor energi memiliki peranan penting, sehingga pada pengelolaan energi dapat meliputi penyediaan, pemanfaatan yang dilaksanakan secara berkelanjutan. Energi berperan penting dalam aktivasi produksi, distribusi hingga konsumsi. Tingginya penggunaan bahan bakar yang digunakan akan berdampak dengan menipisnya cadangan sumber daya. Sehingga perlu adanya energi alternatif untuk mengatasi upaya masalah tersebut [1].

Konversi plastik menjadi salah satu energi alternatif yang dapat diggunakan untuk menghasilkan bahan bakar. Material plastik dapat dikonversi menjadi bahan bakar cair karena plastik berasal dari turunan minyak bumi seperti nafta, senyawa olefin dan aromatik sehingga dapat didaur ulang menjadi hidrokarbon sebagai bahan bakar cair. Metode yang banyak digunakan dalam penanganan sampah plastik saat ini adalah mengkonversi menjadi bahan bakar minyak melalui proses pirolisis atau perengkahan (cracking) [2].

Pirolisis merupakan teknik pembakaran suatu materi dengan menambahkan temperatur yang tinggi tanpa menggunakan oksigen. Pirolisis sendiri juga didefinisikan sebagai dekomposisi thermal yang apabila komponen tidak stabil akan menyebabkan terbentuknya senyawa volatil sehingga akan pecah serta menguap bersamaan dengan komponen lainnya. Hasil produk pirolisis tergantung parameter proses seperti suhu, laju pemanasan, kadar air, waktu, jenis plastik serta ukuran partikel [3].

Penelitian tentang konversi sampah plastik menjadi bahan bakar sudah banyak dilakukan diantaranya [4] melakukan penelitian dengan menggunakan sampah plastik PET dan PP menjadi bahan bakar cair [5], mengolah sampah plastik jenis PS dan PP dengan proses thermal cracking [6], melakukan penelitian terhadap sampah plastik jenis LDPE dan PP dengan membandingkan variasi temperatur terhadap nilai kalor serta rendemen yang dihasilkan.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan , maka penelitian dengan metode thermal cracking dan catalytic cracking terhadap sampah plastik jenis LDPE dan PP dengan katalis zeolit serta variasi waktu proses dan temperatur untuk mengetahui pengaruh terhadap nilai rendemen serta nilai kalor yang dihasilkan.

Pirolisis adalah proses dekomposisi suatu bahan secara thermal tanpa menggunakan oksigen dengan pemecahan rantai hidrokarbon panjang menjadi hidrokarbon dengan rantai yang lebih kecil dengan bantuan panas [7] pada pirolisis plastik juga mempunyai tiga mekanisme dekomposisi, yaitu: pemotongan secara random rantai polimer yang dapat menyebabkan terbentuknya rantai polimer lebih pendek, pemisahan rantai polimer membentuk molekul-molekul kecil.

Parameter yang berpengaruh terhadap proses pirolisis antara lain: (1) Waktu, didalam laju reaksi mempunyai kaitan dengan waktu dimana apabila waktu yang dibutuhkan singkat, maka laju yang dihasilkan akan lebih besar. (2) Temperatur, semakin tinggi temperatur yang digunakan maka nilai konstanta dikomposisi thermal akan semakin besar maka akan membuat laju pirolisis bertambah dan konversi naik. (3) Ukuran Partikel, semakin besar ukuran partikel luas permukaan per satuan berat semakin kecil sehingga proses akan menjadi lama. Sedangkan hasil dari volatil dan gas akan menurun [8]. (4) Bahan (Jenis Plastik), yang digunakan dalam konversi sampah plastik menjadi bahan bakar akan menentukan kualitas. (5) Penggunaan Katalis, katalis dibutuhkan dalam proses perengkahan molekul monomer polimer yang nantinya digunakan untuk memutus rantai hidrokarbon molekul-molekul panjang menjadi moleku-molekul lebih pendek [2].

## 2. Metode Penelitian

Bahan penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah plastik Polypropylene dan Low Density Polyethylene sebanyak 10 kg/run. Tempurung Kelapa, yang digunakan sebagai bahan bakar sebanyak 40 kg/run. Zeolit alam sebagai katalis sebanyak 0,15 kg/run. Alat Penelitian yang digunakan dalam penelitian konversi limbah plastik menjadi bahan bakar cair dapat dilihat pada Tabel 1

**Tabel 1. Komponen alat Unit Pirolisis**

<b>Komponen</b>	<b>Jumlah</b>
Motor Penggerak	1 unit
Separator	2 Unit
Jacket Separator	1 unit
Thermal Cracking & Catalytic Reactor	1 set
Tangki Produk	2 unit
Feeder	1 unit
Absorber	1 unit



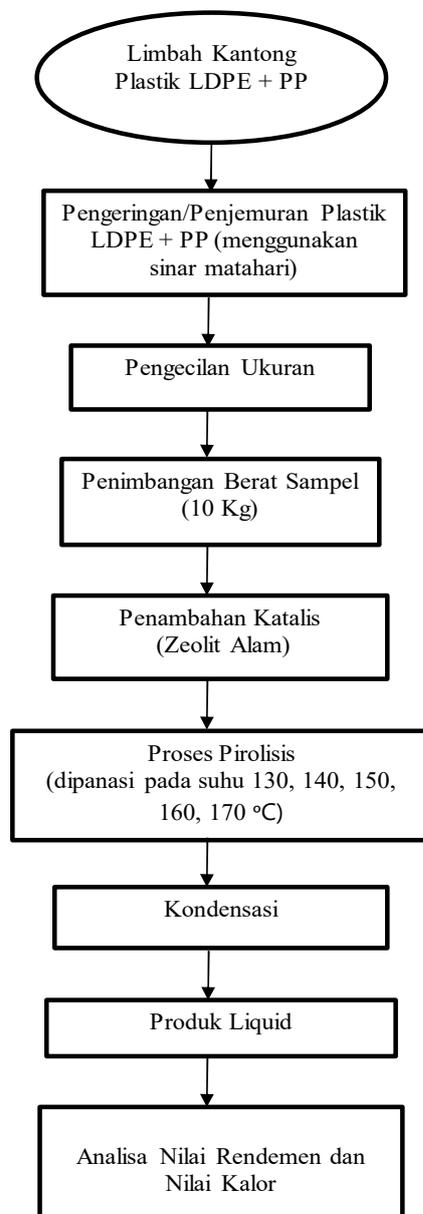
**Gambar 1. Unit Pirolisis**

Data yang diperoleh dari penelitian ini berasal dari beberapa variasi perlakuan

**Tabel 2. Variabel yang digunakan**

Variabel tetap	Variabel Berubah
Massa kantong plastik: 10 kg	Waktu = 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 165, 180, 190 menit
massa tempurung kelapa = 40 kg Rasio Zeolit = 0,15 kg	Temperatur = 130, 140, 150, 160, 170 °c

Prosedur Penelitian terlihat seperti pada Gambar 2 di bawah ini



**Gambar 2. Skema Penelitian Pirolisis**

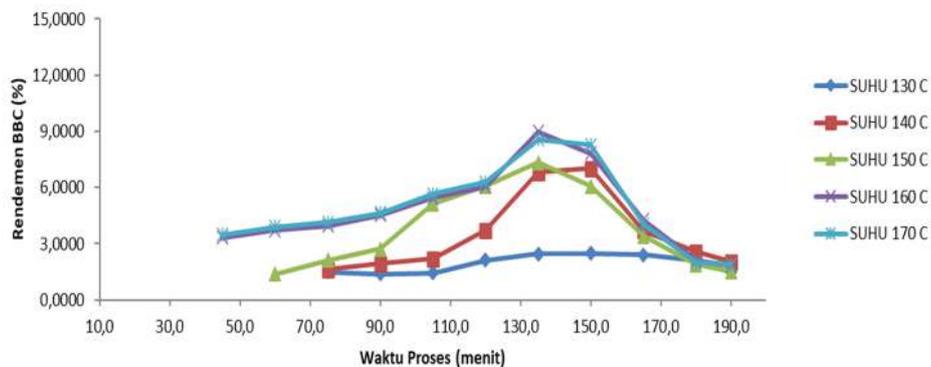
### 3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian kali ini proses yang dilakukan adalah mengkonversi sampah plastik *Low Density Polyethylene* (LDPE) dan *Polypropylene* (PP) skala rumah tangga menjadi Bahan Bakar Cair dilakukan didalam reaktor semi batch berbahan stainless steel dengan temperatur tertentu dengan menggunakan jacket separator. Pirolisis dilakukan dengan waktu  $\pm 2 - 3$  jam. Bahan baku yang digunakan sendiri yaitu sampah plastik, setelah dipanaskan didalam reaktor pada temperatur 130, 140, 150, 160, 170°C dengan waktu 15 - 190 menit akan terdekomposisi menjadi gas yang dapat terkondensasi menjadi cairan. Proses pirolisis sendiri dimulai berlangsung pada temperatur awal yaitu 130 - 170°C dengan tambahan katalis zeolit alam.

#### Hubungan Waktu dan Temperatur terhadap nilai rendemen hasil pirolisis LDPE dan PP

Temperatur yang digunakan pada proses pirolisis plastik LDPE dan PP adalah dari 130, 140, 150, 160, 170 °C dengan variasi waktu 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150, 165, 180, 190 untuk mengetahui jumlah nilai rendemen yang dihasilkan dalam proses ini.

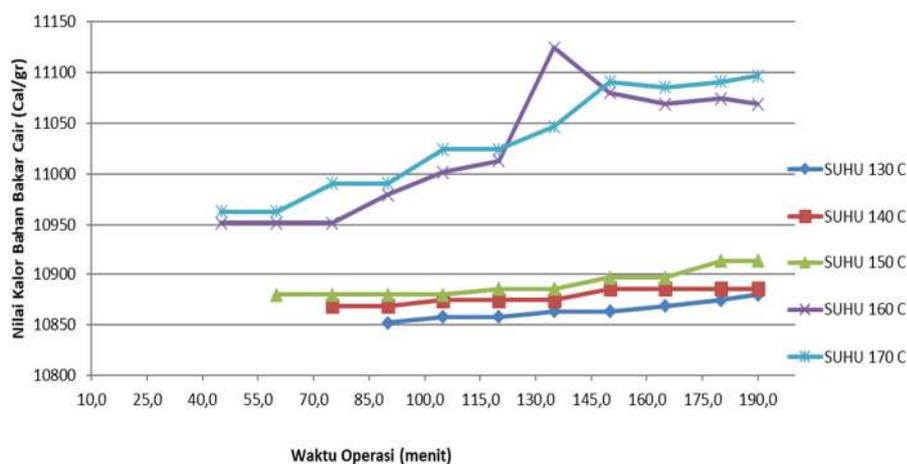
Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai rendemen yang dihasilkan semakin meningkat seiring dengan kenaikan temperatur. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi temperatur maka semakin banyak plastik yang terurai begitu juga dengan waktu semakin lama waktu yang digunakan maka semakin banyak massa plastik yang terkonversi menjadi liquid. Nilai rendemen tertinggi pada konversi plastik LDPE dan PP didapatkan pada temperatur 160°C dengan waktu 135 menit sebesar 8,97% .



Gambar 3. Hubungan Waktu dan Temperatur terhadap Nilai Rendemen

#### Hubungan Waktu dan Temperatur terhadap Nilai Kalor hasil pirolisis LDPE dan PP

Produk hasil minyak pirolisis selanjutnya akan dianalisa nilai kalornya agar dapat mengetahui hubungan waktu dan temperatur terhadap nilai kalornya. Adapun hubungan waktu dan temperatur terhadap nilai kalor dapat dilihat pada Gambar 4. Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai kalor bahan bakar cair yang dihasilkan pada proses pirolisis semakin meningkat dengan semakin lamanya waktu dan temperatur yang ada. Hal ini dapat mengakibatkan bahwa semakin tinggi temperatur dan lamanya waktu mengakibatkan banyaknya pemutusan rantai hidrokarbon panjang menjadi rantai hidrokarbon pendek dengan cara dekomposisi. Sehingga nilai kalor yang dihasilkan mengalami peningkatan. Nilai kalor yang tertinggi dapat dilihat pada waktu 160°C dan dengan waktu 135 menit sebesar 11124 (kal/gr). Seiring dengan meningkatnya nilai kalor yang dihasilkan maka densitas akan mengalami penurunan, didapatkan nilai densitas pada produk sebesar 0,7793 gr/ml.



Gambar 4. Hubungan Waktu dan Temperatur terhadap Nilai Kalor

Tabel 3. Standarisasi Bahan Bakar Cair

Komponen	Spesific Gravity	HHV (Cal/ gr)
Crude Oil	0,79 - 0,86	10000-11600
Gasoline (Bensin)	0,71 - 0,77	11000-11500
Kerosene (Minyak Tanah)	0,78 - 0,82	10500-11200
Diesel Fuel (Solar)	0,81 - 0,84	10755-10900

#### 4. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan selama lima kali percobaan dengan waktu 15 - 190 menit dan temperatur 130 - 170°C didapatkan nilai rendemen optimal pada temperatur 160°C dengan waktu 135 menit sebesar 8,97 %. Didapatkan nilai kalor tertinggi pada temperatur 160°C dan waktu ke 135 menit dari percobaan tersebut sebesar 11124 kal/gr. Produk bahan bakar cair yang didapatkan pada proses pirolisis ini dengan bahan baku polypropylene dan LDPE memiliki kriteria bahan bakar jenis bensin dengan nilai densitas sebesar 0,7793 gr/ml.

#### Referensi

- [1] Arief Setyo Nugroho, R. S. (2018). "Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Energy Alternatif", Jurnal Simetris, hal. 33-35.
- [2] Ismanto, U. B. (2016). "Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya". Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal, hal. 32-37.
- [3] Ramadhan, D. K. (2018). "Pengaruh Temperatur Dan Lama Pemanasan Terhadap Minyak Hasil Pirolisis Bahan Plastik Sampah Rumah Tangga". JURNAL PIROLISIS, 40-45.

[4] Yusca Alvantio, S. M. (2019). "*Pengaruh Temperatur Dan Waktu Pemanasan Pada Proses Pirolisis Pet/Pp Terhadap Karakteristik Bahan Bakar*". Jurnal Rotor, Volume 12 No 2.

[5] Miandad R, M. B. (2016). "*Catalytic Pyrolysis of Plastic Waste*". Process Safety and Environmen Protection, 882-883.

[6] Ilza Nurryma, P. S. (2022). "*Pengaruh Jumlah Zeolit dan Temperatur Terhadap Rendemen Bahan Bakar Cair Menggunakan Limbah Plastik di Unit Thermal Catalytic Cracking Reactor*".

[7] Firdaus, A. A. (2018). "*Pengaruh Variasi Campuran Bahan Plastik Terhadap Karakteristik Bahan Bakar Hasil Proses Pirolisis Limbah Plastik*". Pirolysis Journal, 55-58.

[8] Kartika Udyani, E. N. (2018). "*Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Yield dan Nilai Kalor Bahan Bakar Cair dari Limbah Kantong Plastik*". E-Journal ITATS, 389 - 393.