

# Pengaruh Variasi Massa Campuran Sampah Plastik Jenis *Low Density Polyethylene (LDPE)* Dan *Poly Propylene (PP)* Terhadap Volume Produk Cair Proses Pirolisis

Putu Gangga Prabawa Sadhu, I Nengah Suarnadwipa, dan Ketut Astawa  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bukit, Jimbaran Bali

## Abstrak

Pada penelitian ini dilakukan proses pirolisis sampah plastik jenis *Low Density Polyethylene (LDPE)* yang berupa kantong kresek dan *Poly Propylene (PP)* yang berupa plastik pembungkus makanan dengan tujuan untuk menanggulangi dampak negatif sampah plastik. Pengujian memvariasikan massa campuran sampah plastik jenis *LDPE* dan *PP* pada persentase perbandingan massa massa 75% plastik *PP* terhadap total massa campuran, 50% plastik *PP* terhadap total massa campuran, dan 25% plastik *PP* terhadap total massa campuran. Semakin tinggi persentase massa plastik *PP* terhadap total massa campuran akan meningkatkan volume produk cair yang dihasilkan.

Kata Kunci : Pirolisis, *LDPE*, *PP*, campuran sampah plastik *LDPE* dan *PP*, volume produk cair

## Abstract

In this research a pyrolysis process was carried out for *Low Density Polyethylene (LDPE)* plastic waste in the form of plastic bags and *Poly Propylene (PP)* in the form of plastic food packaging with the aim of overcoming the negative impacts of plastic waste. The test varied the mass of the mixture of *LDPE* and *PP* plastic waste at a mass ratio percentage of 75% *PP* plastic to the total mass of the mixture, 50% *PP* plastic to the total mass of the mixture, and 25% *PP* plastic to the total mass of the mixture. The higher the mass percentage of *PP* plastic to the total mass of the mixture will increase the volume of the liquid product produced

Keywords : Pyrolysis, *LDPE*, *PP*, mixture of *LDPE* and *PP* plastic waste, liquid product volume

## 1. Pendahuluan

Pada era modern ini kebutuhan manusia akan peralatan untuk menunjang kebutuhan hidupnya semakin meningkat. Pada umumnya bahan baku utama untuk pembuatan peralatan adalah plastik. Jenis-jenis plastik yang umumnya dipakai sebagai bahan baku adalah ; *Low Density Polyethylene (LDPE)*, contohnya bungkus makanan ringan, kantong kresek, plastik sampah; *Polyethylene Terephthalate (PET)*, contohnya kemasan minuman, botol minyak, toples selai yang biasanya hanya sekali pakai; *High Density Polyethylene (HDPE)*, contohnya botol shampo, botol susu, galon air minum; *Polyvinyl Chloride (PVC)*, contohnya mainan anak, pipa air, kabel listrik; *Poly Propylene (PP)*, contohnya botol minum bayi, kotak bekal, wadah penyimpanan makanan[1].

Dengan semakin banyaknya jumlah plastik yang dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan manusia maka jumlah sampah plastik semakin banyak pula. Salah satu cara untuk menanggulangi dampak negatif atau dampak buruk sampah plastik adalah dengan menerapkan konsep 3R yang merupakan kependekan dari *reuse*, *reduce*, dan *recycle*. *Reuse* memiliki arti menggunakan kembali

produk sudah tidak terpakai seperti menggunakan botol plastik menjadi wadah tanaman, *reduce* artinya mengurangi penggunaan produk yang berpotensi menjadi sampah contohnya mengurangi kantongkresek sekali pakai, dan *recycle* merupakan konsep 3R yang mengelola sampah plastik dengan melakukan daur ulang sampah plastik menjadi produk plastik yang baru. Pirolisis merupakan salah satu penerapan *reuse* yaitu mengolah sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif yang bisa digunakan kembali.

Pirolisis merupakan proses dekomposisi material yang disebabkan oleh suhu. Proses pirolisis dimulai pada kisaran suhu 230°C, pada saat berlangsungnya proses komponen material akan labil secara termal, dan *volatile matters* pada plastik akan terpecah lalu menguap dengan komponen lainnya secara beriringan. Terdapat kandungan tar dan *polyaromatic hydrocarbon* pada produk cair yang mengalami penguapan. Biasanya produk pirolisis terdiri daritiga macam, diantaranya berupa gas ( $H_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ , dan  $CH_4$ ), tar (*pyrolitic oil*), dan arang. Umpan yang dapat digunakan untuk proses pirolisis dapat berupa material alam tumbuhan, biomassa, dan berbentuk polimer[2].

Penelitian ini akan melakukan proses pirolisis sampah plastik dengan jenis *Low Density Polyethylene* (LDPE) salah satu contohnya adalah kantong kresek dan *Poly Propylene* (PP) yang berupa plastik pembungkus makanan. Proses pirolisis dikerjakan dengan memakai sebuah alat yang tersusun oleh dua komponen inti salah satunya tabung reaktor yang digunakan sebagai tempat terjadinya pemanasan bahan baku plastik. Dan tabung kondensor yang digunakan untuk mendinginkan gas hasil pemanasan menjadi produk cair. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengaruh variasi massa campuran 2 macam sampah plastik yaitu PP dan LDPE terhadap unjuk kerja proses pirolisis. Penelitian ini diharapkan mampu mengurangi jumlah sampah plastik yang kian semakin banyak.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 Pirolisis

Pirolisis merupakan proses dekomposisi material yang disebabkan oleh suhu. Proses pirolisis dimulai pada kisaran suhu 230°C, pada saat berlangsungnya proses komponen material akan labil secara termal, dan *volatile matters* pada plastik akan terpecah lalu menguap dengan komponen lainnya secara beriringan. Terdapat kandungan tar dan *polyaromatic hydrocarbon* pada produk cair yang mengalami penguapan. Biasanya produk pirolisis terdiri dari tiga macam, diantaranya berupa gas (H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, dan CH<sub>4</sub>), tar (*pyrolytic oil*), dan arang.

### 2.2. Plastik

Plastik merupakan suatu polimer yang mempunyai karakteristik dan sifat-sifat yang unik tergantung pada molekul penyusunnya. Ada dua kategori jenis plastik yaitu termoplastik dan termoseting. Jenis termoplastik tidak mendapati perubahan penyusunan struktur kimia saat dipanaskan dan dapat dicetak kembali, beberapa contohnya *polystyrene*, *polyethylene*, *polyvinyl chloride* dan *polytetrafluoroethylene* (PTFE). Jenis plastik termoseting dapat dicairkan dan dibentuk namun hanya sekali dan tidak dapat diubah lagi wujudnya. Minyak bumi dan gas alam merupakan material penyusun plastik. Saat diberikan panas pada suhu beberapa ratus derajat celsius plastik akan mengalami penguraian. Umumnya plastik terdiri dari polimer dan karbon, serta hidrogen, oksigen, nitrogen, chlorine, dan sulfur[3].

#### 2.2.1 Low Density Polyethylene (LDPE)

*Low Density Polyethylene* (LDPE) adalah plastik yang mempunyai sifat kokoh, agak tembus pandang, lentur serta lapisan luar sedikit berlemak. Jenis plastik ini memiliki simbol anak panah segitiga dengan angka 4. Plastik LDPE terbentuk

dari minyak bumi yang mudah dibentuk ketika dalam kondisi panas. LDPE mempunyai titik leleh 160 – 240°C. Pada suhu 60 °C plastik jenis ini sangat resisten terhadap reaksi kimia, memiliki daya proteksi yang tergolong baik terhadap air[4].

#### 2.2.1 Poly Propylene (PP)

*Poly Propylene* (PP) adalah jenis plastik yang memiliki simbol anak panah segitigaberangka 5 dan tulisan PP di bawahnya. Plastik PP memiliki karakteristik tembus pandang yang tidak jernih. Jenis plastik ini memiliki sifat kuat, ringan, tahan lama. *Poly Propylene* memiliki titik leleh 200 – 300°C. Dengan keunggulan sifatnya tersebut plastik PP cocok digunakan sebagai kemasan untuk menyimpan berbagai makanan dan minuman[4]. *Poly Propylene* memiliki massa jenis sebesar 0,90-0,92 g/cm<sup>3</sup> yang membuatnya menjadi polimer yang ringan, memiliki kekerasan dan kerapuhan tertinggi serta bersifat labil terhadap perlakuan termal[5].

## 2.3 Komponen Sistem Pirolisis

### 2.3.1 Reaktor

Reaktor adalah alat pemanas yang menguraikan senyawa – senyawa kimia yang tanpa adanya kontak langsung atau tercampur dengan udara luar. Alat ini digunakan dengan cara memasukan bahan baku plastik melalui *hopper* selanjutnya plastik akan dipanaskan didalam tungku lalu akan terjadi perubahan pada plastik menjadi fase uap dan cair [6].

### 2.3.2 Kondensor

Kondensor adalah salah satu jenis alat untuk menukar kalor. Kondensor digunakan untuk mengubah fluida kerja dalam fase gas menjadi fase cair dari suhu yang tinggi lalu keluar melalui dinding-dinding kondensor melewati media kondensasi, sehingga uap akan didinginkan sampai fasenya berubah menjadi fase cair pada suhu rendah. Terdapat dua macam perpindahan panas pada kondensor yaitu secara konduksi dan secara konveksi[7].

## 2.4 Produk Bahan Bakar Cair

Produk utama proses pirolisis berupa minyak yang sejajar dengan bahan bakar konvensional. Minyak hasil pirolisis pada umumnya dapat dipakai untuk menggantikan solar pada mesin diesel baik dipakai sebagai bahan bakar tunggal maupun campuran dengan solar. Minyak plastik memiliki nilai kalor yang perbedaannya tidak jauh dengan solar yang membuat minyak plastik pantas digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Tetapi, terdapat beberapa karakteristik pada minyak plastik perlu dibenahi untuk menaikkan performanya[8].

### 3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah eksperimen secara langsung. Pada penelitian ini menggunakan campuran sampah plastik jenis LDPE dan PP yang sudah dicacah pada ukuran rata-rata 1 cm x 1 cm. Variasi sampah plastik dibagi menjadi persentase massa 75% plastik PP terhadap total massa campuran, 50% plastik PP terhadap total massa campuran, dan 25% plastik PP terhadap total massa campuran dengan total massa 1 kg. Suhu pada setiap percobaan ditetapkan pada 300°C dan laju aliran air pendingin 4,9 L/menit.

#### 3.1 Alat

1. Kompor berfungsi sebagai pemanas reaktor.
2. Reaktor berfungsi sebagai tempat memanaskan plastik.
3. *Pressure Gauge* untuk memantau tekanan saat proses pirolisis berlangsung.
4. Termokopel digunakan untuk mengukur suhu reaktor.
5. Kondensor sebagai berlangsungnya proses kondensasi.
6. Pompa air berfungsi memompa air dari *cooling tower* menuju kondensor lalu masuk kembali ke *cooling tower*.
7. *Cooling tower* untuk menurunkan temperatur air pendingin
8. Gelas ukur berfungsi untuk mengukur volume produk cair.

#### 3.2. Bahan

Penelitian ini menggunakan sampah plastik jenis LDPE dan PP sebagai bahan pirolisis. Sampah plastik yang digunakan dicacah terlebih dahulu dengan ukuran 1 cm x 1 cm agar memudahkan dalam menempatkan di dalam reaktor dan memaksimalkan penggunaan ruang reaktor.

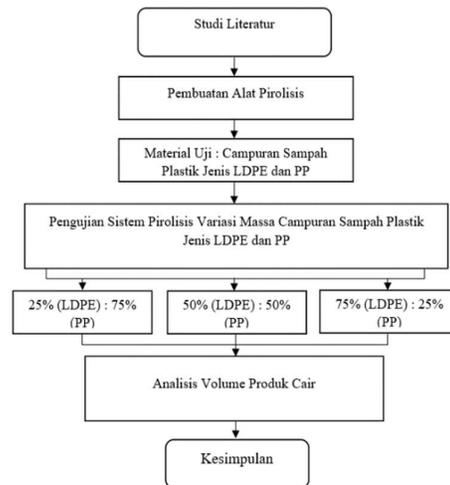


Gambar 1. Plastik LDPE yang sudah dicacah



Gambar 2. Plastik PP yang sudah dicacah

### 3.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Diagram alir penelitian

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Hasil Volume Produk Cair

Penelitian ini menggunakan campuran sampah plastik jenis LDPE dan PP yang divariasikan menjadi persentase massa 75% plastik PP terhadap total massa campuran, 50% plastik PP terhadap total massa campuran, dan 25% plastik PP terhadap total massa campuran. Data hasil pengujian pirolisis campuran sampah plastik jenis LDPE dan PP dibuatkan dalam bentuk tabel berikut.

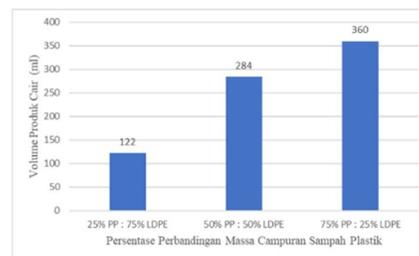
Tabel 1. Data hasil pengujian

Persentase Massa	Volume Produk Cair (ml)
75% PP dari total	360
50% PP dari total	284
25% PP dari total	122

Dapat dilihat pada Tabel 1 plastik jenis PP dengan persentase massa yang lebih tinggi dibandingkan plastik jenis LDPE dalam total massa campuran dapat menghasilkan volume produk cair lebih banyak.

### 4.2 Pembahasan

#### 4.2.1 Analisis Cair



Gambar 4. Grafik hubungan antara persentase perbandingan massa campuran sampah plastik terhadap volume produk cair

Dijelaskan pada Gambar 4 bahwa volume produk cair tertinggi diperoleh pada persentase perbandingan massa 75% PP : 25% LDPE yaitu sebesar 360 ml sedangkan pada persentase perbandingan massa 25% PP : 75% LDPE merupakan yang terendah yaitu sebesar 122 ml. Dapat dilihat pada grafik bahwa semakin tinggi persentase massa plastik PP terhadap total massa campuran akan meningkatkan volume produk cair yang diperoleh. Perbedaan volume produk cair hasil pirolisis disebabkan oleh adanya perbedaan bahan baku penyusun plastik. Plastik jenis PP lebih mudah kehilangan kekuatan strukturnya dibandingkan jenis plastik LDPE sehingga volume produk cair yang dihasilkan cenderung lebih banyak.

### 5. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan bisa disimpulkan bahwa volume produk cair terbesar diperoleh pada persentase perbandingan massa 75% PP : 25% LDPE yaitu sebesar 360 ml sedangkan pada persentase perbandingan massa 25% PP : 75% LDPE merupakan yang terendah yaitu sebesar 122 ml.

### 6. Daftar Pustaka

- [1] Endang K., Mukhtar G., Nego A., Sugiana F. X. A., 2016, *Pengolahan Sampah Plastik dengan Metoda Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak*.
- [2] Wicaksono M. A., Arijanto, 2017, *Pengolahan Sampah Plastik Jenis PET (Polyethylene Terephthalate) Menggunakan Metode Pirolisis Menjadi Bahan Bakar Alternatif*. Jurnal Teknik Mesin S-1, pp. 9-15, vol. 5, no. 1.
- [3] Adoe D. G. H., Bunganaen W., Krisnawi I. F., Soekwanto F. A., 2016, *Pirolisis Sampah Plastik PP (Polypropylene) menjadi Minyak Pirolisis sebagai Bahan Bakar Primer*. pp.17 - 26, vol. 03, no. 01.
- [4] Widiatmoko H., Purwaningrum P., P F. P. A., 2015, *Analisis Karakteristik Sampah Plastik di Pemukiman Kecamatan Tebet dan Alternatif Pengolahannya*. pp. 24 - 33, vol 7, no.1.
- [5] Khavilla V. P., Wahyuni S., Rianto A. F., Jumaeri., Harjono, 2019, *Preparasi dan Karakterisasi PP (Polypropylene) Termodifikasi LLDPE (Linear Low Densit Polyethylene) dengan Teknik Pencampuran Biasa*.

- [6] Maulana E., Farjri B. N., Mahardika D., 2020, *Perancangan Proses Pembuatan Reaktor Pirolisis Model Horizontal Kapasitas 75 Kg/Jam*. pp. 1-7.
- [7] Maulana E., Pardede M. T. H., Mahardika, D., 2020, *Perancangan Proses Pembuatan Kondensor untuk Pendingin Reaktor Pirolisis Kapasitas 75Kg/Jam*. pp. 1 – 7.
- [8] Syamsiro M., 2015, *Kajian Pengaruh Penggunaan Katalis Terhadap Kualitas Produk Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik*. Jurnal Teknik, pp. 47 - 56, vol. 5, no. 1.

	<p><b>Putu Gangga Prabawa Sadhu</b> adalah seorang mahasiswa di Universitas Udayana dengan Program Studi Teknik Mesin sejak tahun 2019. Fokus dalam penelitian bidang konversi energi dengan topik pirolisis sampah plastik sebagai tugas akhir untuk menempuh gelar Sarjana (S1).</p>
<p>Bidang penelitian yang diminati adalah topik-topik yang berkaitan dengan teknologi konversi, penyimpanan, dan manajemen energi.</p>	