

## PEMANFATAN SAMPAH PLASTIK JENIS HDPE MENJADI BAHAN BAKAR ALTERNATIF PROSES PYROLYSIS

Nuryosuwito<sup>1)</sup>, Mokhamad Amirudin Ibnu Rosydi<sup>2)</sup>, Hesti Istiqlaliyah<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri  
E-mail: [nuryosuwito@unpkdr.ac.id](mailto:nuryosuwito@unpkdr.ac.id), <sup>2)</sup>[Barkoom2007@yahoo.com](mailto:Barkoom2007@yahoo.com),  
<sup>3)</sup>[hestiisti@gmail.com](mailto:hestiisti@gmail.com).

### Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi karena semakin menumpuknya sampah plastik yang sulit terurai mengakibatkan pencemaran lingkungan. Dalam hal ini peneliti mengaitkan permasalahan yang ada di masyarakat dengan mencoba memanfaatkan sampah plastik jenis HDPE sebagai bahan bakar alternatif dengan menggunakan proses pyrolysis. Pyrolysis sendiri adalah pengolahan sampah dengan menggunakan metode thermal atau metode pembakaran tanpa menggunakan oksigen. Tujuan dari penelitian ini adalah ntuk mengetahui pemanfaatan sampah plastik jenis HDPE menjadi bahan bakar alternatif dengan proses pyrolysis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental nyata. Dengan bahan sebagai variabel bebas dan nialai viskositas, densitas serta *flash point* sebagai variabel terikatnya. Sementara suhu kondensor dan tekanan sebagai variabel kontrol. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, pada suhu 250 °C hasil cair berwarna pekat dan terdapat endapan, dengan nilai viskositas 0,3 dPa.S, Densitas 750 Kg/m<sup>3</sup> dan *Flash point* 34 °C. selanjutnya pada suhu 300 °C hasil cair berwarna merah tua jernih tanpa adanya endapan hasil cair dari suhu 300 °C ini merupakan hasil cair terbaik dibandingkan dengan suhu yang lain dengan nilai viskositas 0,29 dPa.S, Densitas 740 Kg/m<sup>3</sup> dan *Flash point* 32 °C. Pada suhu 350 °C hasil cair berwarna merah tua jernih seperti pada suhu 300 °C tetapi pada suhu 350 °C terdapat endapan, dengan nilai viskositas 0,3 dPa.S, Densitas 750 Kg/m<sup>3</sup> dan *Flash point* 33 °C. pada suhu 400 °C hasil cair berwarna pekat dan terdapat banyak endapan dengan nilai viskositas 0,31 dPa.S, Densitas 760 Kg/m<sup>3</sup> dan *Flash point* 34 °C.

**Kata kunci** : HDPE, Pirolisis, Plastik

### Abstract

*This research is caused by the increasing of plastic waste that difficult to decompose and become environmental pollution. from this problem, researchers trying to use HDPE-type plastic waste as an alternative fuel by using pyrolysis process. Pyrolysis is the processing of waste using thermal methods or combustion methods without the use of oxygen. The purpose of this research is to find out the utilization of HDPE type plastic waste into alternative fuels with pyrolysis process. The method used experimental method. With the material as a free variable and viscosity, density and flash point value as the bound variable. While condenser temperature and pressure as variable controls. From the research, at a temperature of 250 °C the liquid results are concentrated in color and there are deposits, with a viscosity value of 0.3 dPa.S, Density of 750 Kg/m<sup>3</sup> and Flash point of 34 °C. At a temperature of 300 °C the liquid result is clear dark red in the absence of liquid deposits. From a temperature of 300 °C is the best liquid result compared to other temperatures with a viscosity value of 0.29 dPa.S, Density 740 Kg/m<sup>3</sup> and Flash point 32 °C. At a temperature of 350 °C the liquid results are clear dark red as*

*at 300 °C but at a temperature of 350 °C there are deposits, with a viscosity value 0.3 dPa.S, Density 750 Kg/m<sup>3</sup> and Flash point 33 °C. At a temperature of 400 °C liquid results are concentrated and there are many deposits with a viscosity value of 0.31 dPa.S. Density 760 Kg/m<sup>3</sup> and Flash point 34 °C.*

**Keyword : HDPE, Pyrolysis, Plastic**

## **1. PENDAHULUAN**

Dalam perkembangannya penggunaan motor yang semakin meningkat menyebabkan kelangkaan pada bahan bakar. Kelangkaan bahan bakar ini menyebabkan aktivitas masyarakat terganggu. Semakin hari jumlah kendaraan semakin meningkat dan jumlah ketersediaan akan bahan bakar mulai berkurang. Jika tidak segera ditangani dan diganti dengan bahan bakar alternatif masyarakat akan sangat kewalahan.

Disamping itu menumpukkan sampah juga menjadi masalah yang urgent bagi masyarakat, terutama sampah plastik. Dalam kehidupannya masyarakat tidak bisa lepas dari yang namanya plastik. Mulai dari urusan rumah tangga hingga industry. Sampah plastik yang sulit diurai oleh mikroorganisme akan menyebabkan penumpukan yang dapat mengganggu kesehatan masyarakat. Pengolahan sampah sampai saat ini hanya sebatas di bakar. Pembakaran sampah ini bisa menyebabkan gangguan pernapasan dan penyakit lainnya.

Permasalahan sampah menjadi semakin serius seiring dengan meningkatnya produksi sampah dari tahun ke tahun. Berdasarkan data Bank Dunia, jumlah sampah padat di kota-kota dunia akan terus naik sebesar 70% tahun ini hingga tahun 2025, dari 1,3 miliar ton per tahun menjadi 2,2 miliar ton per tahun. Mayoritas kenaikan terjadi di kotakota di negara berkembang. Di Indonesia, data Bank Dunia menyebutkan, produksi Sampah padat secara nasional mencapai 151.921 ton per hari. Hal ini berarti, setiap penduduk Indonesia membuang sampah padat rata-rata 0,85 kg per hari. Data yang sama juga menyebutkan, dari total sampah yang dihasilkan secara nasional, hanya 80% yang berhasil dikumpulkan, sisanya terbuang mencemari lingkungan[1].

Dalam hal ini peneliti mengaitkan permasalahan yang ada di masyarakat dengan mencoba memanfaatkan sampah plastik jenis HDPE sebagai bahan bakar alternatif dengan menggunakan proses pyrolysis. Pirolisis adalah proses dekomposisi bahan

organik dan polimer dengan memanaskan bahan tersebut tanpa oksigen untuk menghasilkan produk-produk dengan berat molekul yang lebih rendah[2].

Berdasarkan analisa yang pernah dilakukan Lembaga Minyak dan Gas Bumi (Lemigas), minyak dari plastik bekas ini memiliki sifat tidak jenuh. Artinya, perbandingan antara karbon dan hidrogen tidak seimbang sehingga ada mata rantai yang tidak terisi. Minyak berwarna kuning kecokelatan, tetapi sudah bisa untuk bahan bakar kompor atau obor [3].

Minyak hasil pyrolysis ini mudah terbakar, mengeluarkan jelaga, dan baunya merangsang. Minyak pyrolysis ini dapat diolah lagi supaya mempunyai sifat jenuh dan stabil. Minyak pirolisis dari plastik polietilena, hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak pirolisis dari plastik polietilena mempunyai densitas 939 kg/m<sup>3</sup> atau lebih berat dari minyak tanah. Minyak bakar ini mempunyai ignition point 30,4°C sehingga sangat mudah dinyalakan.

Plastik memiliki banyak kelebihan dibandingkan bahan lainnya. Secara umum, plastik memiliki densitas yang rendah, bersifat isolasi terhadap listrik, mempunyai kekuatan mekanik yang bervariasi, ketahanan suhu terbatas, serta ketahanan bahan kimia yang bervariasi. Selain itu, plastik juga ringan, mudah dalam perancangan, dan biaya pembuatan murah. Sebagian besar plastik yang digunakan masyarakat merupakan jenis plastik polietilena.

Ada beberapa jenis plastik yang umum ada di dalam kehidupan sehari-hari beserta kegunaannya [4].

No. Kode	Jenis Plastik	Penggunaan
1	PET ( <i>polyethylene terephthalate</i> )	botol kemasan air mineral, botol minyak goreng, jus, botol sambal, botol obat, dan botol kosmetik
2	HDPE ( <i>High-density Polyethylene</i> )	botol obat, botol susu cair, jerigen pelumas, dan botol kosmetik
3	PVC ( <i>Polyvinyl Chloride</i> )	pipa selang air, pipa bangunan, mainan, taplak meja dari plastik, botol shampo, dan botol sambal.

4	LDPE ( <i>Low-density Polyethylene</i> )	kantong kresek, tutup plastik, plastic pembungkus daging beku, dan berbagai macam plastik tipis lainnya.
5	PP ( <i>Polypropylene</i> atau <i>Polypropene</i> )	cup plastik, tutup botol dari plastik, mainan anak, dan margarine
6	PS ( <i>Polystyrene</i> )	kotak CD, sendok dan garpu plastik, gelas plastik, atau tempat makanan dari styrofoam, dan tempat makan plastik transparan
7	Other (O) Jenis plastik lainnya selain dari no.1 hingga 6	Botol susu bayi, plastik kemasan, gallon air minum, suku cadang mobil, alat-alat rumah tangga, komputer, alat-alat elektronik, sikat gigi, dan mainan lego

Penelitian mengenai pengaruh temperatur dan waktu terhadap hasil *char* pada proses pyrolysis, dimana semakin tinggi temperatur setelah melewati temperatur puncak, reaktifitas dari *char* akan menurun. Sedangkan komponen waktu tidak terlalu berpengaruh terhadap reaktifitas dari *char*. Oleh karena itu salah satu variasi pada penelitian yang akan dilakukan adalah variasi suhu.

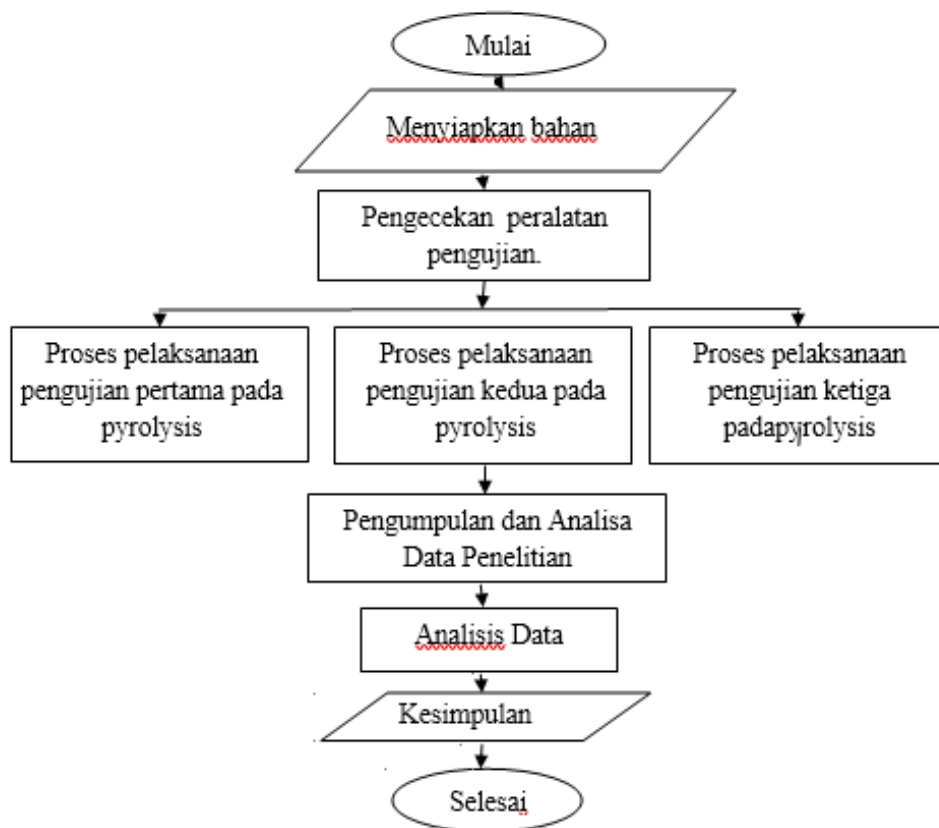
## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimental nyata (*true experimental research*). Menurut Solso, penelitian eksperimental adalah dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat[5]. Sedangkan menurut Sugiyono, penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi-kondisi yang terkendalikan[6]. Metode ini dilaksanakan dengan melakukan pengujian untuk mengetahui nilai viskositas, densitas dan *flash point* dari sampah plastik jenis HDPE dengan proses pirolisis. Serta untuk mengetahui bagaimana proses pirolisis tersebut dapat bekerja dengan baik dan efisien.

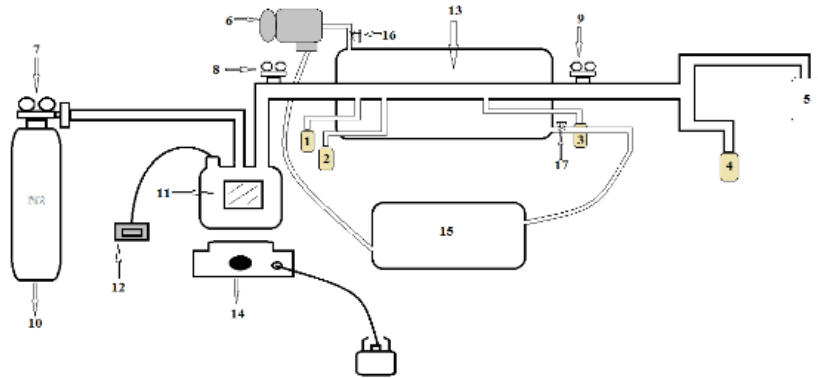
Variabel bebas dalam penelitian ini adalah temperatur tabung reaktor yang dikondisikan 250°C, 300°C, dan 350°C. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah:

- Perolehan hasil pirolisis dalam bentuk cair ditinjau dari temperature tabung reaktor.
- Nilai viskositas hasil pirolisis ditinjau dari temperatur tabung reaktor.
- Nilai massa jenis (densitas) hasil pirolisis ditinjau dari temperatur tabung reaktor.
- Nilai *flash point* hasil pirolisis ditinjau dari temperatur tabung reaktor.

Variabel kontrol yang digunakan peneliti adalah waktu temperatur yaitu 1 jam.



Gambar 1. Diagram alir



Gambar 2. Instalasi Peralatan Pengujian

Pada gambar 2, sampel sampah (1) yang akan di pyrolysis dimasukkan kedalam wadah sampel (2), wadah berisi sampel digantungkan dengan kawat pada timbangan digital (3), salah satu ujung *thermocouple* (4) diletakkan sedikit diatas sampel dan ujung *thermocouple* yang lain tertanam dalam sampel tetapi sedikit diatas pada bagian bawah wadah sampel, bak pendingin (5) di isi air, nitrogen dialirkan dari tabung (6) dengan laju aliran yang dapat diatur dengan menggunakan pengaturan rotameter (7), ketika *furnace* dipanaskan (8) dengan menghidupkan *thermocontroller* (9), variasi temperatur akhir dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Perubahan volume gas yang dihasilkan dari proses pyrolysis diukur dengan menggunakan tabung berisi air (13) dan gelas ukur (14).

Setelah pengambilan data pyrolysis selanjutnya hasil data dari perolehan pyrolysis akan dimasukkan kedalam tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Pengambilan data

No.	Bahan	Berat (kg)	Suhu (°c)	Waktu (menit)	Hasil Cair(ml)
	Sampah plastik HDPE	5 kg	250		
		300			
		350			

Setelah pengamatan tentang jumlah perolehan hasil pirolisis, maka selanjutnya hasil cairan di teliti tentang nilai karakteristiknya yaitu tentang nilai viskositas, nilai densitas dan nilai *flash point*. Kemudian hasil pengujian dimasukkan ke dalam tabel pengukuran viskositas, densitas dan *flash point* berikut:

Tabel 2. Pengukuran Viskositas

Bahan	SAMPAH HDPE		
Temperatur (°C)	250	300	350
Viscositas (dPa.S)			

Tabel 3. Pengukuran Densitas

No.	Temperatur (°C)	Massa Cairan (Kg)	Volume (m <sup>3</sup> )	Densitas (Kg/m <sup>3</sup> )
1	250			
2	300			
3	350			

Tabel 4. Pengukuran *Flash Point*

No.	Temperatur (°C)	Flash Point (°C)
1	250	
2	300	
3	350	

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil eksperimen dapat diketahui dengan beberapa uji sehingga sebelum masuk hasil uji perlu diketahui dulu deskripsi hasil data pada setiap variabel.

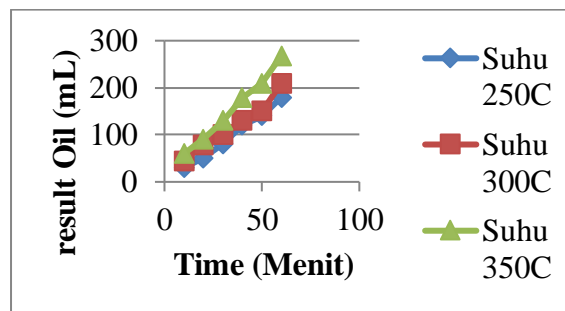
#### a. Deskripsi Hasil Data dan Pengujian

Dalam penelitian ini variable bebasnya adalah sampah plastik jenis *high density polyethylene* (HDPE). Sampah plastik jenis HDPE akan ditimbang sebanyak 5 kg dan dimasukkan ke dalam tabung reactor. Data hasil pengamatan adalah sebagai berikut :

**Tabel 5.**Hasil Pengujian

Bahan	Variabel Pengamatan	Temperatur °C		
		250	300	350
HDPE	Suhu Kompor (°C)	401	492	525
	Suhu Air (°C)	25	25	25
	Suhu Kondensor (°C)	26	26	26
	Suhu out Kondensor (°C)	26	27	27
	Suhu Out Reaktor (°C)	28	30	53
	Jumlah Cairan (ml)	180	210	268
	Suhu Cairan (°C)	28	30	31

Hasil di atas merupakan hasil pengujian Pengaruh suhu dan hasil yang diperoleh dalam pembakaran sampah plastik jenis HDPE dapat digambarkan pada grafik di bawah ini :



**Gambar 3.** Grafik perubahan temperatur terhadap hasil yang diperoleh dengan bahan *high density polyethylene* (HDPE).

Dari hasil pengujian viskositas menggunakan alat viscotester diperoleh hasil sebagai berikut :

**Tabel 6.** Hasil Pengukuran Viskositas

Bahan	Sampah plastik HDPE		
	250	300	350
Temperatur (°C)	250	300	350
Viskositas (dPa.S)	0,37	0,3	0,35

Untuk mengetahui nilai densitas dari masing-masing sampel maka perlu diketahui massa dan volume dari zat cair. Sebelumnya gelas erlemeyer kosong dengan kapasitas volume 100 ml ditimbang dan massa yang di dapat sebesar 0,073 kg . Setelah itu gelas erlemeyer diisi dengan cairan sampel dengan volume 100 ml dan ditimbang. Dari hasil pengukuran di dapat hasil sebagai berikut :



Tabel 7. Pengukuran Hasil Densitas

Bahan	Massa erlemeyer (Kg)	Massa Erlemeyer + Cairan (Kg)	Massa Cairan (Kg)
Sampah Plastik HDPE	0,073	0,146	0.073
	0,073	0,144	0,071
	0,073	0,146	0,073

Untuk mengetahui nilai *flash point* dari masing-masing sampel akan diukur menggunakan alat *Flash Point Tester*. Sampel akan dimasukkan ke dalam wadah dan diukur dengan menggunakan termometer, jika dalam suhu ruang sampel sudah bisa memercikkan api ketika diberi nyala api maka itu adalah titik *flash point* cairan tersebut, akan tetapi jika belum bisa memercikkan api maka sampel akan dipanasi hingga suhu tertentu sampai bisa memercikkan api ketika di beri nyala api. Berikut adalah tabel pengukuran flash point pada sampel dari bahan sampah plastik HDPE.

Tabel 8. Hasil Pengukuran *flash point*

NO	Bahan	Temperatur (°C)	<i>Flash Point</i> (°C)
1	Sampah Plastik HDPE	250	35
		300	34
		350	35

## b. Pembahasan

Menurut Penelitian pada suhu 250 °C cairan yang dihasilkan lebih kental dengan nilai viskositas 0,37 dPa.S, hal ini disebabkan karena masih adanya bahan plastik yang belum terpanaskan dan partikel lain ikut keluar dari tabung dan larut dalam cairan, dengan Densitas 730 Kg/m<sup>3</sup> dan *Flash point* 35 °C. Selanjutnya pada suhu 300 °C hasil cair dari suhu ini lebih jernih dan tidak ada endapan, pada suhu ini merupakan hasil cair terbaik dibandingkan dengan suhu yang lain dengan nilai viskositas 0,3 dPa.S, Densitas 710 Kg/m<sup>3</sup> dan *Flash point* 34 °C. Kemudian Pada suhu 350 °C hasil cair lebih kental dan terdapat endapan sama seperti pada suhu 250 °C, endapan tersebut disebabkan karena tingginya suhu pembakaran bahan plastik yang mencair ikut menguap dan jika endapan didiamkan akan mengeras seperti lilin dengan nilai viskositas 0,35 dPa.S, Densitas 730 Kg/m<sup>3</sup> dan *Flash point* 35 °C. Proses *pyrolysis* adalah mendinginkan uap panas yang dihasilkan dari pemanasan plastik. Jika panas terlalu tinggi . ini bukan hanya uap panas yang keluar

dari tabung, melainkan cairan plastik juga ikut keluar, mengakibatkan cairan yang di hasilkan bercampur dengan plastik cair dan hasilnya menjadi kurang bagus.

#### 4. PENUTUP

##### a. Simpulan

Berdasarkan hasil eksperimen dan analisa yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa dengan proses pyrolysis sampah plastik jenis HDPE bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif karena memiliki sifat karakteristik yang seperti gasoline. Data hasil pengamatan pada suhu 250 °C dalam waktu 60 menit yang dihasilkan 120 ml dan suhu 300 °C yang dihasilkan 170 ml, sedangkan pada suhu 350 °C yang dihasilkan 220 ml. Jadi hasil cair terbanyak pada suhu 350 °C.

##### b. Saran

Untuk mendapatkan hasil bahan bakar alternatif yang baik atau hasil cair lebih banyak gunakan bahan jenis *high density polyethylene* (HDPE) sehingga dapat menghasilkan yang paling baik dan banyak. Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar menguji factor lain yang dapat mempengaruhi hasil produk pyrolysis dengan beberapa variasi bahan yang digunakan.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Borsodi, N., Miskolczi, N., Angyal, A., Bartha, L., Kohán, J., dan Lengyel, A.. 2011. Hydrocarbons obtained by pyrolysis of contaminated waste plastics. *45 th International Petroleum Conference*. Bratislava. Slovak Republic.
- [2] Das, S. dan Pande, S.. 2007. *Pyrolysis and Catalytic Cracking of Municipal Plastic Waste for Recovery of Gasoline Range Hydrocarbons*, Thesis, Chemical Engineering Department National Institute of Technology Rourkela
- [3] Sumarni, 2008. *Statika Untuk Penelitian*. Jakarta: Tangga Pustaka.
- [4] Nuryosuwito, Sudjito, Wijayanti, W., dan Sasongko M.N. 2018. Pengaruh Campuran Sampah Plastik Dengan Katalis Alam Terhadap Hasil Produk Pyrolysis. *Jurnal Rekayasa Mesin Vol.9, No.2*
- [5] Solso dan Maclin. 2002. *Penelitian Eksperimental*. Jakarta: PT. Gramedia.
- [6] Sugiyono, 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif & RND*. Bandung : Alfabeta.