

# **RANCANG BANGUN ALAT PIROLISIS DENGAN PEMANAS INDUKSI UNTUK MENGKONVERSI LIMBAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR CAIR DITINJAU DARI TEMPERATUR TERHADAP HASIL PRODUK YANG DIHASILKAN**

## ***DESIGN INDUCTION HEATER OF PYROLISIS TO CONVERT PLASTIC WASTE INTO LIQUID FUEL IN TERMS OF PRODUCT TEMPERATURE PRODUCED***

**Fanrisan Januero P<sup>1</sup>, Widya Dwijulianty<sup>2</sup>, Frieske Asya Mahafire D<sup>3</sup>, M Qurais Akbar<sup>4</sup>, K. A. Ridwan<sup>5</sup>,  
Zurohaina<sup>6</sup>**

<sup>123456</sup>Jurusan Teknik Kimia, Program Studi Teknik Energi, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl Srijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139, Telp. (0711)353414 / Fax (0711)355918  
e-mail: fanrisanj@gmail.com<sup>1</sup> / karidwan0@gmail.com<sup>5</sup>

### **ABSTRACT**

*Pyrolysis is the process of degradation or decomposition of solid materials into heat-assisted gases in the absence of oxygen. In this pyrolysis process plastic waste will be converted into alternative fuel using an induction heater. Pyrolysis is carried out using a temperature variation of 120, 130 and 140°C with a time of thawing 2 hours for each temperature. From the results of research on plastic types LDPE and PP it is known that the optimum temperature obtained from this study is at a temperature of 140°C. In LDPE type plastics with a volume of oil produced 66 ml, density 0.760 gr / ml, flash point 30°C, and% yield 10.795%. And in PP type plastics with a volume of oil produced 70 ml, density 0.721 gr / ml, flash point 31°C, and% yield 10.243%.*

*Keywords: pyrolysis, temperature variations, induction heaters, liquid products, LDPE, PP*

### **1. PENDAHULUAN**

Kebutuhan energi semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, sedangkan cadangan energi yang tersedia semakin menipis. Hal ini menyebabkan terjadinya krisis energi yang kini telah menjadi perhatian penting bagi kita semua dan tidak mungkin untuk diabaikan. Untuk mencegah terjadinya krisis energi tersebut maka sampah plastik menjadi salah satu solusi, yaitu dengan mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif.

Di Indonesia, penggunaan plastik terus meningkat hingga mengalami kenaikan rata-rata 200 ton per tahun yang sebagian dari sampah tersebut adalah sampah jenis plastik. Sifat plastik yang sulit diuraikan oleh alam menimbulkan masalah baru dalam pengolahan limbahnya. Upaya dalam mengatasi hal tersebut maka diadakan program daur ulang sampah plastik. Namun hal tersebut dirasakan semakin tidak efektif, hanya sekitar 4% yang dapat

didaur ulang, sisanya menggenung di tempat penampungan sampah.

Hal lain yang dapat dilakukan untuk mengurangi volume sampah, khususnya sampah plastik yaitu dengan mengonversi sampah plastik tersebut menjadi produk cair berkualitas bahan bakar yang memiliki prospektif baik untuk dikembangkan. Alternatif yang saat ini banyak diteliti dan dikembangkan yaitu mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak atau disebut juga dengan proses pirolisis. Untuk itu akan dilakukan rancang bangun alat pirolisis sampah plastik dengan pemanas induksi (*Induction Heater*). Pemanas induksi adalah proses pemanasan non-kontak yang menimbulkan panas pada logam yang terkena induksi medan magnet.

### **PIROLISIS**

Pirolisis merupakan proses degradasi atau penguraian bahan baku yang padat menjadi gas dengan bantuan panas tanpa adanya oksigen.

Prinsip kerja pemanas induksi yaitu aliran arus yang berasal dari power supply akan diteruskan menuju lilitan kumparan kerja, lilitan akan dialiri oleh arus bolak balik yang menimbulkan medan magnet disekitar kawat penghantar, reaktor/bahan konduktif yang berada di tengah kumparan yang dikelilingi oleh medan magnet akan di aliri arus yang disebut arus eddy yang akan mengubah aliran elektromagnetik menjadi energi panas. (Arif,2013)

Jenis-jenis plastik yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak pirolisis antara lain polipropilena (PP), polietilena (PE/PET), polistirena (PS), *high density polyethylene* (HDPE) (Rodiansono dkk, 2007). Jenis-jenis plastik dibedakan berdasarkan sifat thermal yang sangat penting untuk pencairan plastik, sifat thermal yang dimaksud antara lain titik lebur, temperatur transisi ( $T_g$ ) dan temperatur dekomposisi (Suroño, 2013).

Data sifat termal yang penting pada proses daur ulang plastik bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Temperatur Transisi dan Temperatur Lebur Plastik

Jenis Bahan	$T_m$ ( $^{\circ}C$ )	$T_g$ ( $^{\circ}C$ )	Temperatur Kerja Maksimal ( $^{\circ}C$ )
PP	168	5	80
HDPE	134	-110	82
LDPE	330	-115	260
PET	250	70	100

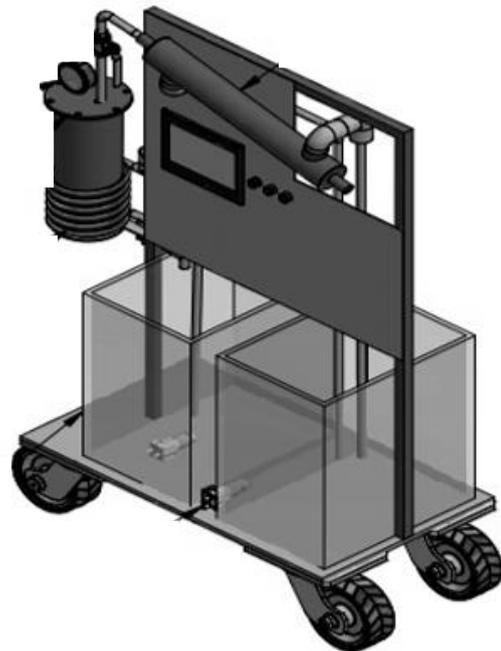
(Budiyantoro, 2010)

Bahan bakar cair merupakan gabungan senyawa hidrokarbon yang diperoleh dari alam maupun secara buatan. Bahan bakar cair yang merupakan hasil dari pirolisis memiliki kelebihan dibandingkan bahan bakar padat antara lain kebersihan dari hasil pembakaran, menggunakan alat bakar yang lebih kompak, dan penanganannya lebih mudah. Bahan bakar cair hasil pirolisis akan dibandingkan berdasarkan spesifikasi bahan bakar minyak seperti bensin, solar, pertamax, kerosin yang memiliki spesifik masing-masing.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### Pendekatan Desain Struktural

Secara umum rancang bangun alat pirolisis sampah plastik dengan pemanas induksi ini terdiri dari reaktor, pemanas induksi, kondensor, *cooling fan*, dan bak pendingin.



Gambar 1. Desain Alat Pirolisis dengan Pemanas Induksi

Pada Gambar 1 beberapa bagian penting dari alat pirolisis dengan pemanas induksi dijelaskan sebagai berikut :

1. Reaktor  
Reaktor yang digunakan yaitu tipe *batch*. Penggunaan reaktor tipe *batch* difungsikan untuk mengurangi kadar oksigen ataupun tanpa oksigen sehingga panas yang dihasilkan optimum.
2. Pemanas Induksi  
Karakteristik pemanas induksi secara teknis mampu melepaskan panas dalam waktu yang relatif singkat sehingga menghasilkan temperatur yang tinggi dan panas yang menyebar lebih dalam, serta mengupayakan efisiensi penghematan energi listrik karena cepat dalam startup maupun prosesnya.
3. Kondensor  
Fungsi kondensor yaitu untuk mengubah fase gas keluaran dari reaktor dengan cara mendinginkannya selama proses melewati kondensor. Di dalam kondensor aliran gas yang keluar melalui reaktor dan pendingin di desain berlawanan arah (*counter flow*), sehingga diharapkan proses pengkondensasian yang optimum.
4. *Cooling Fan*  
Fungsi *cooling fan* untuk mendinginkan air dari bak penampung yang nantinya digunakan sebagai media pendingin di kondensor.

5. Bak air pendingin

Berfungsi untuk menampung air yang akan digunakan sebagai media pendingin di kondensor.

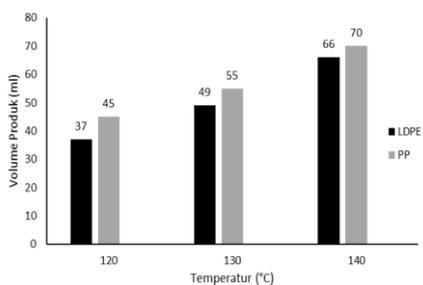
**Analisa Produk**

Bahan bakar cair hasil pirolisis akan dianalisa berupa volume minyak yang dihasilkan, %yield, densitas, dan titik nyala.

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hubungan Antara Kenaikan Temperatur Terhadap Jumlah Produk yang Dihasilkan**

Pengaruh variasi temperatur pada reaktor akan mempengaruhi jumlah produk minyak yang dihasilkan dengan variasi temperatur 120, 130, dan 140°C

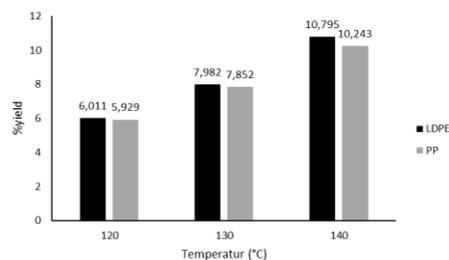


Gambar 2. Grafik Pengaruh Antara Kenaikan Temperatur Terhadap Jumlah Produk yang Dihasilkan.

Dari Gambar 2 diatas didapatkan bahwa sampah plastik jenis *Polypropylene* (PP) lebih banyak menghasilkan produk bahan bakar cair dibandingkan dengan sampah plastik berjenis *Low Density Polyethylene* (LDPE), hal ini disebabkan karena kedua jenis plastik tersebut memiliki sifat *thermal* yang berbeda. Sifat-sifat termal tersebut berupa titik lebur, temperatur transisi, dan temperatur dekomposisi (Landi dan Arijanto, 2017). Dari grafik ini juga terlihat bahwa semakin tinggi temperatur operasi yang digunakan maka produk yang dihasilkan juga semakin banyak. Jumlah produk paling banyak dihasilkan yaitu pada temperatur 140°C dengan plastik jenis LDPE sebanyak 66 ml dan plastik jenis PP sebanyak 70 ml.

**Hubungan Antara Kenaikan Temperatur Terhadap %yield**

Variasi temperatur pada reaktor akan mempengaruhi %yield produk minyak yang dihasilkan dengan variasi temperatur 120, 130, dan 140°C

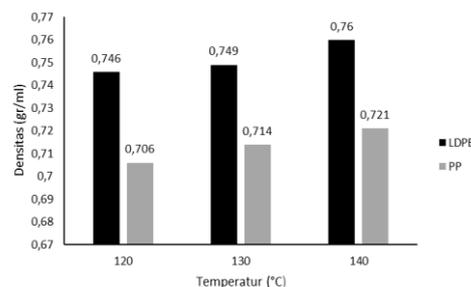


Gambar 3. Grafik Pengaruh Antara Kenaikan Temperatur Terhadap %yield

Pada Gambar 3 perolehan %yield pada produk pirolisis sampah plastik dipengaruhi oleh kondisi temperatur operasi proses yang terjadi, seperti yang terlihat pada grafik semakin tinggi temperatur maka %yield yang dihasilkan semakin tinggi, dikarenakan apabila bahan baku sampah plastik yang terkena temperatur tinggi maka rantai karbon akan lebih mudah merengkah dibandingkan jika terkena temperatur yang lebih rendah. Semakin meningkat suhu maka semakin banyak ikatan rantai karbon yang juga akan terputus sehingga %yield akan meningkat (Housman, 2013). Nilai %yield terbesar didapatkan pada suhu 140°C dengan plastik jenis LDPE sebesar 10,795% dan plastik jenis PP sebesar 10,243%.

**Hubungan Antara Kenaikan Temperatur Terhadap Densitas**

Variasi temperatur pada reaktor akan mempengaruhi nilai densitas masing-masing produk minyak yang dihasilkan dengan variasi temperatur 120, 130, dan 140°C



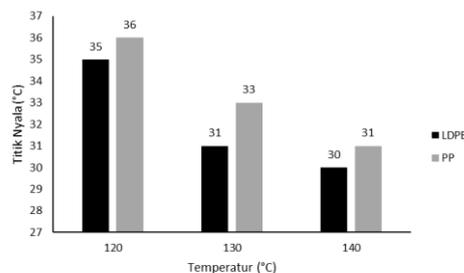
Gambar 4. Grafik Pengaruh Antara Kenaikan Temperatur Terhadap Densitas

Pada Gambar 4 terlihat bahwa semakin tinggi temperatur operasi yang digunakan maka semakin tinggi densitas produk cair yang dihasilkan, dikarenakan semakin banyak molekul berat yang ikut terdekomposisi. Liestiono dkk., (2017) juga melaporkan hasil

serupa bahwa kenaikan temperatur pemanasan berdampak pada kenaikan massa jenis produk minyak yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh semakin tinggi temperatur akan mengurangi terjadinya reaksi sekunder uap hidrokarbon menjadi gas, sehingga fraksi-fraksi berat semakin banyak yang terikut ke dalam kondensor dan terkondensasi menjadi minyak. Nilai densitas produk minyak dari plastik LDPE berkisar antara 0,746-0,76 gr/ml dan plastik PP berkisar antara 0,706-0,721 gr/ml.

#### Hubungan Antara Kenaikan Temperatur Terhadap Titik Nyala

Variasi temperatur pada reaktor akan mempengaruhi titik nyala produk minyak yang dihasilkan. Berdasarkan hasil data pengamatan yang telah didapatkan nilai titik nyala berkisar antara 30°C sampai dengan 40°C



Gambar 5. Grafik Pengaruh Antara Kenaikan Temperatur Terhadap Titik Nyala

Pada Gambar 5 titik nyala akan semakin menurun dengan semakin tingginya temperatur operasi yang digunakan, hal ini disebabkan oleh sedikitnya kandungan air didalam minyak tersebut. Nasrun dkk., (2016) juga melaporkan bahwa semakin tinggi temperatur operasi yang digunakan, maka semakin kecil nilai titik nyala dari bahan bakar tersebut dikarenakan semakin sedikit kandungan air di dalam minyak. Rendahnya nilai titik nyala menyebabkan bahan bakar akan mudah terbakar. Nilai titik nyala produk minyak dari plastik LDPE berkisar antara 30-35°C dan plastik PP berkisar antara 31-36°C

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur operasi yang digunakan maka jumlah produk yang dihasilkan, %yield, dan nilai densitas akan semakin besar. Namun nilai titik nyala akan semakin kecil dengan semakin tingginya temperatur operasi yang digunakan. Pirolisis dilakukan menggunakan variasi temperatur 120,

130, dan 140°C dengan lama waktu pencairan 2 jam untuk setiap temperatur. Dari hasil penelitian pada plastik jenis LDPE dan PP diketahui bahwa temperatur optimum yang didapat dari penelitian ini yaitu pada suhu 140°C. Pada plastik jenis LDPE dengan volume minyak yang dihasilkan 66 ml, densitas 0,760 gr/ml, titik nyala 30°C, dan %yield 10,795%. Dan pada plastik jenis PP dengan volume minyak yang dihasilkan 70 ml, densitas 0,721 gr/ml, titik nyala 31°C, dan %yield 10,243%.

#### 6. SARAN

Reaktor yang dirancang masih mengalami kebocoran dibagian penutupnya. Oleh karena itu disarankan untuk melakukan pengkajian ulang dalam pembuatan reaktor agar terisolasi secara penuh sehingga uap dari dalam reaktor tidak *loss*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arif, Rezon. 2013. *Perancangan Haif Bridge Inverter Untuk Catu Daya Pemanas Induksi pada Alat Extruder Plastik*. Undergraduate Thesis, Universitas Diponegoro.
- Budiyantoro, C. 2010. *Thermoplastik dalam Industri*. Teknik Media, Surakarta.
- Housman. 2013. *Proses Pirolisis Menggunakan Limbah Sterofoam Menggunakan Katalis  $Al_2O_3$  pt*. Universitas Syiah Kuala.
- Landi, Taufan dan Arijanto. 2017. *Perancangan dan Uji Alat Pengolah Sampah Plastik Jenis LDPE (Low-Density PolyEthylene) Menjadi Bahan Bakar Alternatif*. TeknikMesin, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Liestiono, Ratih Puspita, Agus Prasetya, Mochammad Syamsiro, Muhammad Sigit Cahyono dan Wira Widawidura. 2017. *Karakteristik Minyak dan Gas Hasil Proses Dekomposisi Termal Plastik Jenis LDPE*. Jurnal Offshore, Volume 1 No 2 ISSN : 2549-8681.
- Nasrun, Eddy Kurniawan dan Inggit Sari. 2016. *Studi Awal Produksi Bahan Bakar dari Proses Pirolisis Kantong Plastik Bekas*. Jurnal Teknologi Kimia Unimal. Vol.5:1, 30-44.
- Surono, Untoro Budi. 2013. *Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak*. Jurusan Teknik Mesin Universitas Janabadra Yogyakarta Jl. Tentara Rakyat Mataram No. 57 Yogyakarta 55231.