**ARTIKEL**

# INVESTIGASI LAJU PEMANASAN DAN TEMPERATUR PROSES *PYROLYSIS* SAMPAH PLASTIK LDPE SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF TERHADAP PRODUK *PYROLYSIS*

## *INVESTIGATION OF THE HEATING RATE AND TEMPERATURE OF THE LDPE PLASTIC WASTE PYROLYSIS PROCESS AS AN ALTERNATIVE FUEL TO PYROLYSIS PRODUCT*

**Oleh :**

**DWI PURWANTO**

**13.1.03.01.0189**

**Dibimbing oleh :**

1. **Hesti Istiqlaliyah, ST., M. Eng.**
2. **Ir. Nuryosuwito, M. Eng.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN**
**FAKULTAS TEKNIK**
**UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI**
**2018**

# SURAT PERNYATAAN
# ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2018

**Yang bertanda tangan dibawah ini :**

| | |
|---|---|
| Nama Lengkap | : Dwi Purwanto |
| NPM | : 13.1.03.01.0189 |
| Telepon/HP | : 082210384250 |
| Alamat Surel *(e-mail)* | : dwhypurwanto95@yahoo.com |
| Judul Artikel | : Investigasi Laju Pemanasan dan Temperatur Proses *Pyrolysis* Sampah Plastik LDPE Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terhadap Produk *Pyrolysis* |
| Fakultas – Program Studi | : Teknik – Teknik Mesin |
| Nama Perguruan Tinggi | : Universitas Nusantara PGRI Kediri |
| Alamat Perguruan Tinggi | : Jl. KH. Achmad Dahlan No. 76, Mojoroto, Kediri |

**Dengan ini menyatakan bahwa :**

a. artikel yang saya tulis merupakan karya saya pribadi (bersama tim penulis) dan bebas plagiarisme;
b. artikel telah diteliti dan disetujui untuk diterbitkan oleh Dosen Pembimbing I dan II.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari dietemukan ketidaksesuaian data dengan pernyataan ini dan atau ada tuntutan dari pihak lain, saya bersedia bertanggungjawab dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

| Mengetahui, | | Kediri, 30 Januari 2018 |
|---|---|---|
| Pembimbing I | Pembimbing II | Penulis, |
| Hesti Istiqlaliyah, ST., M. Eng.<br>NIDN. 0709088301 | Ir. Nuryosuwito, M. Eng.<br>NIDN. 0504126101 | Dwi Purwanto<br>NIM. 13.1.03.01.0189 |

**Artikel Skripsi**
**Universitas Nusantara PGRI Kediri**

# INVESTIGASI LAJU PEMANASAN DAN TEMPERATUR PROSES *PYROLYSIS* SAMPAH PLASTIK LDPE SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF TERHADAP PRODUK *PYROLYSIS*

Dwi Purwanto[1)], Hesti Istiqlaliyah[2)], Nuryosuwito[3)]
Fakultas Teknik – Prodi Teknik Mesin
*e-mail* : [1)]*dwhypurwanto95@yahoo.com*, [2)]*hestiisti@unpkediri.ac.id*, [3)]*suwitounp@gmail.com*
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

## ABSTRAK

Penelitian ini dilatar belakangi hasil pengamatan dan pengalaman peneliti, bahwa plastik telah menjadi benda yang sering dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaan plastik dengan jumlah yang besar berdampak juga pada lingkungan dikarenakan banyak plastik yang direkomendasikan hanya untuk sekali pakai saja.

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti laju pemanasan dari minyak limbah plastik LDPE *(Low Density Polyethilene)* dan mengetahui temperatur dari proses konveksi sebagai bahan bakar alternatif khususnya untuk mengurangi dampak penumpukkan sampah plastik.

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Untuk mengetahui laju pemanasan dan temperatur serta bagaimana pengaruh terhadap kuantitas dan karakteristik hasil dari proses *pyrolysis* sampah plastik berupa viskositas, densitas, dan *flash point*.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan kuantitas minyak hasil *pyrolysis* pada laju pemanasan 6,94ºC/menit dengan kenaikan suhu reaktor dari 0ºC – 250ºC selama 36 menit menghasilkan sebanyak 118 mL berwarna hitam pekat terdapat endapan dengan nilai viskositas 0,3 dPa.S, densitas 780 kg, dan *flash point* 34ºC. Pada laju pemanasan 1,66ºC/menit dengan kenaikan suhu reaktor dari 250ºC – 300ºC selama 30 menit menghasilkan sebanyak 130 mL berwarna kuning tua dan sedikit ada endapan dengan nilai viskositas 0,29 dPa.S, densitas 770 kg, dan *flash point* 33ºC. Selanjutnya pada laju pemanasan 1,78ºC/menit dengan kenaikan suhu reaktor dari 300ºC – 350ºC selama 28 menit menghasilkan sebanyak 165 mL berwarna kuning jernih tanpa endapan dengan nilai viskositas 0,28 dPa.S, densitas 760 kg, dan *flash point* 32ºC. Pada laju pemanasan 2,38ºC/menit dengan kenaikan suhu reaktor dari 350ºC – 400ºC selama 21 menit menghasilkan sebanyak 180 mL berwarna kuning kecokelatan dan terdapat endapan dengan nilai viskositas 0,31 dPa.S, densitas 780 kg, dan *flash point* 34ºC. Dan pada laju pemanasan 2,77ºC/menit dengan kenaikan suhu reaktor dari 400ºC – 450ºC selama 18 menit menghasilkan sebanyak 201 mL berwarna abu-abu keruh dengan nilai viskositas 0,33 dPa.S, densitas 790 kg, dan *flash point* 35ºC.

**Kata kunci :** laju pemanasan, temperatur, proses *pyrolysis*, plastik LDPE.

## A. PENDAHULUAN

Dengan pertambahan suatu penduduk otomatis diikuti dengan pertambahan konsumsi akan barang-barang berbahan plastik semakin meningkat dan pencemaran lingkungan yang ditimbulkan akibat pembuangan limbah industri maupun limbah rumah tangga baik yang berupa sampah organik maupun anorganik akan menjadi masalah yang serius.

Sampah merupakan masalah global yang masih menjadi tanggungjawab di berbagai negara berkembang seperti Indonesia. Di Indonesia sampah masih menjadi masalah penting yang dibicarakan oleh masyarakat dan juga para petinggi pemerintah. Data di Kementrian Negara Lingkungan Hidup (KNLH) tahun 2008 menyebutkan, setiap harinya penduduk Indonesia menghasilkan kurang lebih 0,8 kg sampah/orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Dari jumlah tersebut 15% berupa sampah plastik atau sejumlah 8,4 ribu ton sampah plastik/hari (Fahlevi, 2012).

Beberapa penanggulangan telah dilakukan seperti 3R *(Reduce, Reuse, Recycle)*. *Reduce* adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang-barang dari plastik, terutama barang-barang yang sekali pakai. *Reuse* adalah memakai berulang kali barang-barang yang terbuat dari plastik. *Recycle* adalah mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari plastik. Salah satu cara untuk mengatasi limbah plastik adalah dengan mengkonversi limbah plastik menjadi minyak dengan cara *pyrolysis*. Hal ini dapat dilakukan karena pada dasarnya plastik berasal dari minyak bumi sehingga tinggal dikembalikan lagi kebentuk semula.

*Pyrolysis* atau *devolatilisasi* adalah proses fraksinasi material oleh suhu. Proses *pyrolysis* dimulai pada suhu sekitar 230$^{o}$C, ketika komponen yang tidak stabil secara termal, dan *volatile matters* pada sampah akan pecah dan menguap bersamaan dengan komponen lainnya (Aprian et al, 2009). Produk cair yang menguap mengandung *tar* dan *polyaromatic hydrocarbon*. Produk *pyrolysis* umumnya terdiri dari tiga jenis, yaitu gas ($H_2$, CO, $CO_2$, $H_2O$, dan $CH_4$), tar *(pyrolitic oil)*, dan arang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh laju pemanasan dan temperatur terhadap hasil cair dari proses produksi *pyrolysis* dan mengetahui bagaimana pengaruh laju pemanasan dan temperatur terhadap nilai viskositas, densitas, dan *flash point* hasil dari proses produksi *pyrolysis*. Adapun proses *pyrolysis* dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain laju pemanasan,

temperatur, waktu, kehadiran oksigen, kadar air partikel, dan ukuran partikel (Tumuluru, 2011).

Pengujian terhadap laju pemanasan untuk mengetahui berapa kemampuan pengendalian kenaikan suhu secara bertahap sesuai dengan garis target *ramp rate*. Pengujian pertama laju pemanasan maksimal dilakukan dengan pengaturan *ramprate* (target laju pemanasan) yang sama yaitu 10°C/menit, untuk setiap kenaikan suhu sebesar 100°C. Untuk mengetahui laju pemanasan maksimal untuk setiap tingkatan suhu, dilakukan perhitungan *curve fitting* regresi linear dari data hasil pengujian laju pemanasan.

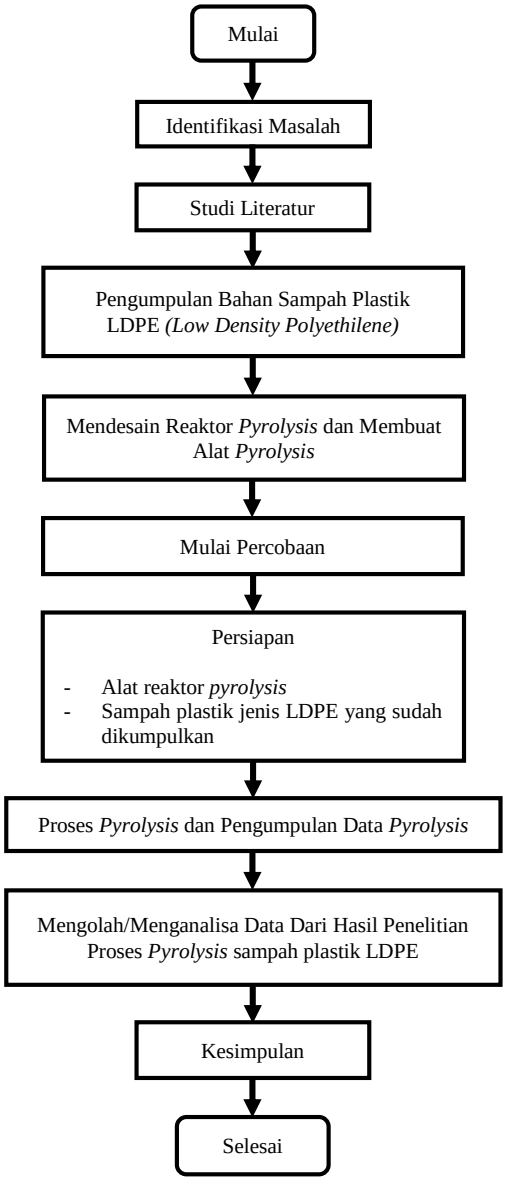
## B. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen nyata *(True Experimental Research)*. Metode Solso dan Maclin (2002) penelitian eksperimen adalah dimanipulasi untuk mempelajari hubungan sebab-akibat. Sedangkan menurut Sugiyono (2010) penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi-kondisi yang terkendalikan.

Metode penelitian ini menggunakan desain eksperimen *treatment by subject* yaitu beberapa variasi perlakuan secara berturut-turut kepada kelompok yang sama. Atau dengan kata lain melakukan pengujian untuk mengetahui nilai viskositas, densitas, *flash point* dari laju pemanasan dan temperatur sampah plastik LDPE dengan proses *pyrolysis*. Dengan variabel bebasnya adalah plastik jenis *LDPE (Low Density Polyethilene)*, variabel terikatnya pengaruh laju pemanasan dan temperatur hasil dari proses *pyrolysis* sampah plastik berupa viskositas, densitas, dan *flash point*, dan variabel kontrolnya adalah suhu kondensor diatur konstan sebesar 26$^{o}$C dan temperatur dimulai dari suhu 250$^{o}$C, 300$^{o}$C, 350$^{o}$C, 400$^{o}$C, 450$^{o}$C dengan tekanan pada tabung reaktor sebesar 1 atm.

Dari penelitian tentang pengolahan sampah plastik menjadi minyak dapat diketahui bahwa minyak yang dihasilkan dari pengolahan sampah plastik tergantung dari beberapa parameter antara lain jenis plastik yang diolah, temperatur proses, penggunaan katalis dan jenis katalis yang digunakan. Sebagian besar penelitian dilakukan dengan reaktor tabung atau *batch* reaktor.

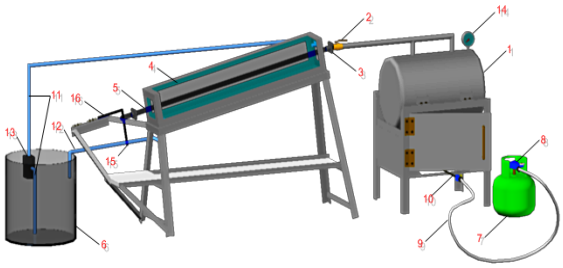
Penelitian yang akan dilakukan mengikuti sesuai dengan diagram alir seperti gambar dibawah ini :




**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Jenis plastik yang akan digunakan menjadi bahan penelitian adalah jenis LDPE *(Low Density Polyethylene)*, dimana plastik yang dimasukkan sudah dalam bentuk peletan yaitu sampah plastik yang sudah diolah dan dibentuk menyerupai *pellet*.

Untuk peralatan yang digunakan dalam proses *pyrolysis* dapat digambarkan seperti berikut :



**Gambar 2.** Instalasi Alat Uji *Pyrolysis*

Keterangan :

1. Reaktor
2. Kran/*valve*
3. Klep
4. Unit pendingin/kondensor
5. Pipa *pyrex*
6. Bak penampang air
7. Gas LPG 5 kg
8. Regulator
9. Selang gas
10. Kompor
11. *Input* air pendingin
12. *Output* air pendingin
13. Pompa air
14. Manometer
15. *Output* 1 *(cair hasil pyrolysis)*
16. *Output* 2 *(cair hasil pyrolysis)*

Prosedur dalam proses *pyrolysis* dilakukan melalui beberapa tahapan proses diantaranya sebagai berikut :

1. Memasukkan sampah plastik LDPE yang sudah ditimbang 5 kg ke dalam reaktor *pyrolysis*.
2. Memanaskan reaktor *pyrolysis* dengan menggunakan gas LPG dengan tekanan 0,5 bar hingga suhu mencapai 250$^o$C.
3. Menghidupkan pompa air.
4. Kran/*valve* diputar di keadaan tertutup, dan apabila tekanan di dalam reaktor sudah mencapai 1 atm kran/*valve* diputar di keadaan terbuka.
5. Suhu diukur dengan menggunakan *termocouple* digital.
6. Setelah suhu mencapai ke titik yang diinginkan maka kran/*valve* dibuka.
7. Unit pendingin/kondensor tersirkulasi air dari bak penampung air dengan suhu 26$^o$C.
8. Hasil cair dan gas akan terpisah di dalam kondensor dengan prinsip gravitasi dan beda massa jenisnya.
9. Mengulangi langkah (7) – (8) dengan suhu reaktor 300$^o$C, 350$^o$C, 400$^o$C, dan 450$^o$C.

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah data hasil penelitian dengan variasi dalam penelitian ini menggunakan suhu reaktor 250$^o$C, 300$^o$C, 350$^o$C, 400$^o$C, dan 450$^o$C, dimulai dengan suhu kompor 350$^o$C – 750$^o$C yang akan menghasilkan minyak cair dengan jumlah dan kualitas yang berbeda. Berikut merupakan tabel hasil penelitian selama proses *pyrolysis* berlangsung yang dilaksanakan pada hari Minggu tanggal 23 Juli 2017 pukul 19.27 WIB sampai pukul 01.27 WIB dengan jumlah sampah plastik LDPE 5 kg.

**Tabel 1.** Hasil Pengamatan Proses *Pyrolysis* Sampah Plastik LDPE

| **Suhu Kompor ($^o$C)** | **350** | **450** | **550** | **650** | **750** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Suhu Reaktor ($^o$C)** | **0 - 250** | **250 - 300** | **300 - 350** | **350 - 400** | **400 - 450** |
| Suhu *Out* Reaktor ($^o$C) | 36 | 44 | 62 | 72 | 76 |
| Suhu Air ($^o$C) | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| Suhu *In* Kondensor ($^o$C) | 26 | 26 | 26 | 27 | 26 |
| Suhu *Out* Kondensor ($^o$C) | 28 | 32 | 32 | 32 | 34 |
| Waktu (menit) | 36 | 30 | 28 | 21 | 18 |
| Jumlah Cairan (mL) | 118 mL | 130 mL | 165 mL | 180 mL | 201 mL |
| Suhu Cairan ($^o$C) | 28 | 30 | 32 | 32 | 34 |

Sesuai dengan hasil yang didapat dalam penelitian, rumus perhitungan besarnya laju pemanasan akan didapat sesuai dengan persamaan dibawah ini :

$$Laju\ pemanasan = \frac{suhu\ akhir\ -\ suhu\ awal}{waktu\ pemanasan}$$

Dengan rumus perhitungan laju pemanasan diatas maka hasil di setiap suhu kompor diperoleh sebagai berikut :

**Tabel 2.** Laju Pemanasan Proses *Pyrolysis*

| **Suhu Kompor ($^o$C)** | **Laju Pemanasan ($^o$C/menit)** |
|---|---|
| **350$^o$C** | 6,94$^o$C/menit |
| **450$^o$C** | 1,66$^o$C/menit |
| **550$^o$C** | 1,78$^o$C/menit |
| **650$^o$C** | 2,38$^o$C/menit |
| **750$^o$C** | 2,77$^o$C/menit |

Dari perhitungan diatas juga dapat dilihat bagaimana perbedaan suhu kompor dapat mempengaruhi pada besar kecilnya

laju pemanasan yang diberikan pada sampah plastik LDPE. Diketahui bahwa pada suhu kompor 350°C didapatkan laju pemanasan tertinggi sebesar 6,94°C/menit dikarenakan pada suhu tersebut dihitung dari suhu 0°C sampai ke 250°C sedangkan laju pemanasan lainnya dihitung dari kenaikan 50°C.

Dalam pengamatan yang dilakukan selama proses *pyrolysis*, maka dapat diketahui berapa jumlah perolehan hasil cair *pyrolysis* ditinjau dari variasi temperatur pada reaktor, yaitu sebagai berikut :

**Tabel 3.** Temperatur Proses *Pyrolysis*

| Temperatur (°C) | Jumlah Cairan (mL) |
|---|---|
| **250°C** | 118 mL |
| **300°C** | 130 mL |
| **350°C** | 165 mL |
| **400°C** | 180 mL |
| **450°C** | 201 mL |

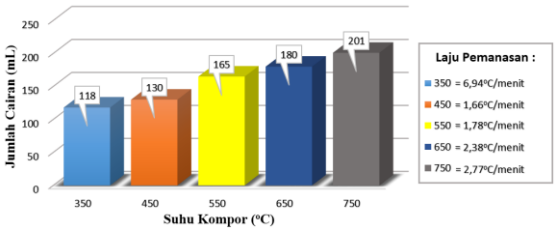
Dilihat dari tabel diatas bahwa suhu masing-masing temperatur memiliki hasil cair yang berbeda-beda, dimana pada suhu reaktor 250°C memiliki hasil *tar* (cairan) hanya 118 mL, sedangkan pada suhu reaktor 450°C memiliki hasil cair lebih banyak daripada temperatur dibawahnya yaitu sebesar 201 mL.

Pembahasan mengenai Investigasi Laju Pemanasan dan Temperatur Proses *Pyrolysis* Sampah Plastik LDPE Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terhadap Produk *Pyrolysis*, serta kualitas karakteristik fisik produk cair berupa viskositas, densitas, dan *flash point* adalah sebagai berikut :

1. **Investigasi Laju Pemanasan dan Temperatur terhadap Kuantitas Hasil Cair Proses *Pyrolysis***

Hubungan suhu kompor, laju pemasanan dan kuantitas hasil cair *pyrolysis* akan dijelaskan pada grafik batang *(bar chart)* dibawah ini :

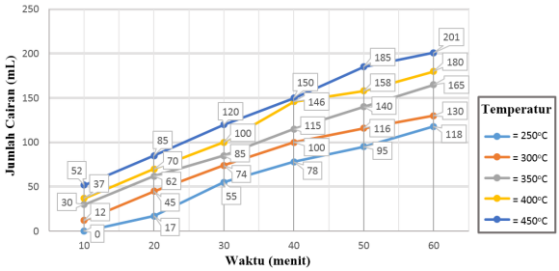
**a. Laju Pemanasan**




**Gambar 3.** Grafik Batang Perbandingan Kuantitas Hasil Cair Proses *Pyrolysis* dengan Laju Pemanasan Berbeda-Beda

Grafik diatas merupakan pemaparan hasil yang diperoleh saat proses *pyrolysis* pada suhu kompor 350°C, 450°C, 550°C, 650°C dan 750°C dengan laju pemanasan 6,94°C/menit pada suhu kompor 350°C, 1,66°C/menit pada suhu kompor 450°C, 1,78°C/menit pada suhu kompor 550°C, 2,38°C/menit pada suhu kompor 650°C, dan menggunakan laju pemanasan 2,77°C/menit pada suhu kompor 750°C.

**b. Temperatur**




**Gambar 4.** Grafik Garis Temperatur Terhadap Kuantitas Hasil Cair Proses *Pyrolysis*

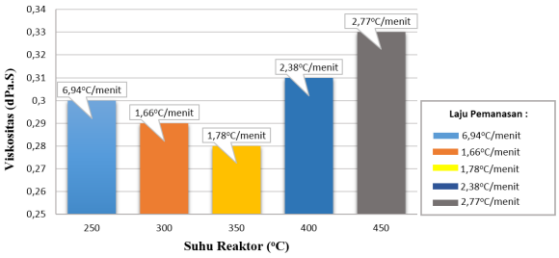
Dalam grafik diatas dijelaskan bahwa pada suhu 250°C dalam rentang waktu 60 menit minyak yang dihasilkan semakin bertambah. Pada awal 10 menit pertama belum menghasilkan minyak akan tetapi hasil yang keluar berupa gas, dan setelah memasuki menit 20 hasil cair mulai keluar hingga menit 60 hasil cair pada suhu 250°C mencapai 118 mL. Selanjutnya pada suhu 300°C menit 10 hasil cair yang keluar mengalami peningkatan dibandingkan suhu 250°C yaitu sebesar 12 mL, hingga menit ke 60 hasil cair mengalami kenaikan yang konstan, hasil cair terbanyak diperoleh pada menit ke 60 sebesar 130 mL.

Setiap kenaikan suhu hasil cairan yang keluar mengalami kenaikan yang konstan. Pada suhu 350°C proses pemanasan plastik LDPE menit 10 awal memperoleh hasil cair sebesar 30 mL, hingga menit 60 hasil yang diperoleh dari suhu 350°C mencapai 165 mL. Pada suhu 400°C saat menit 10 menghasilkan cairan 37 mL, hingga menit 60 akhir hasil cair mencapai 180 mL. Dan pada sampel ke empat suhu 450°C menit 10 menghasilkan cairan sebesar 52 mL, hingga menit 60 mencapai hasil tertinggi yaitu sebesar 201 mL.

**2. Pengaruh Laju Pemanasan dan Temperatur terhadap Viskositas, Densitas, dan *Flash Point***

Setelah melihat perbedaan kuantitas hasil cair dari proses *pyrolysis*, selanjutnya hasil cair dari proses *pyrolysis* akan diteliti bagaimana karakateristik fisiknya. Penjelasan di bawah akan dilihat bagaimana setiap hasil cair dari proses *pyrolysis* sampah plastik LDPE akan berbeda-beda viskositas, densitas maupun *flash point*nya :

**a. Viskositas**



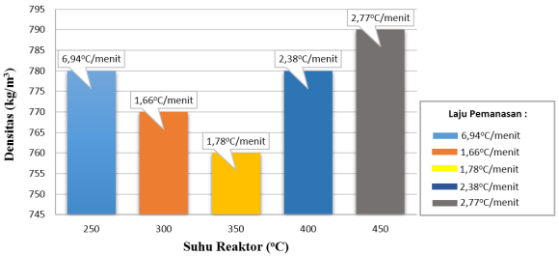

**Gambar 5.** Grafik Batang Nilai Viskositas dari Laju Pemanasan dan Temperatur dengan Suhu Reaktor

Pada grafik diatas dapat disimpulkan bahwa perbedaan laju pemanasan dan temperatur berpengaruh secara signifikan terhadap nilai viskositas dari setiap sampel hasil cair *pyrolysis*. Pada laju pemanasan 6,94°C/menit dan suhu kompor 350°C cairan memiliki viskositas

sebesar 0,30 dPa.S, pada laju pemanasan 1,66°C/menit suhu kompor 450°C memiliki nilai viskositas sebesar 0,29 dPa.S, sedangkan pada laju pemanasan 1,78°C/menit suhu kompor 550°C memiliki nilai viskositas terkecil yaitu sebesar 0,28 dPa.S. Pada laju pemanasan 2,38°C/menit suhu kompor 650°C memiliki nilai viskositas sebesar 0,31 dPa.S, namun pada laju pemanasan 2,77°C/menit suhu kompor 750°C memiliki viskositas tertinggi yaitu sebesar 0,33 dPa.S.

Dalam grafik diatas dijelaskan kecilnya viskositas juga mempengaruhi kuantitas suatu cairan, semakin kecil viskositas maka cairan akan semakin encer dan jernih. Terbukti pada suhu reaktor 350°C memiliki viskositas kecil karena pada suhu ini kualitas *tar* (cairan) memiliki bentuk fisik kuning jernih. Sedangkan pada suhu reaktor 450°C hasil cair memiliki warna abu-abu keruh dan terdapat endapan, akibatnya viskositas dari hasil produk ini cenderung tinggi jika dibandingkan dengan temperatur yang lainnya.

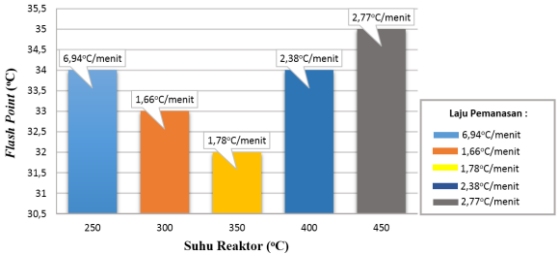
**b. Densitas**




**Gambar 6.** Grafik Batang Nilai Densitas dari Laju Pemanasan dan Temperatur dengan Suhu Reaktor

Pada laju pemanasan 2,77°C/menit dan suhu reaktor 450°C mendapat nilai densitas tertinggi sebesar 790 kg/m$^3$, sedangkan nilai densitas terkecil didapat pada laju pemanasan 1,78°C/menit dan suhu reaktor 350°C yaitu sebesar 760 kg/m$^3$. Minyak hasil *pyrolysis* jika ditinjau dari nilai densitasnya mendekati sifat karakteristik yang dimiliki *gasoline*. Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa perbedaan laju pemanasan mempengaruhi langsung nilai densitas dari minyak hasil *pyrolysis*.

**c. *Flash Point***




**Gambar 7.** Grafik Batang *Flash Point* dari Laju Pemanasan dan Temperatur dengan Suhu Reaktor

Terlihat pada laju pemanasan 1,78°C/menit dan suhu kompor 550°C

memiliki titik *flash point* terkecil yaitu pada suhu 32°C, artinya pada suhu tersebut sampel bisa memercikkan api. Sedangkan titik *flash point* tertinggi berada pada laju pemanasan 2,77°C/menit suhu kompor 750°C.

Hal ini juga berhubungan dengan kualitas sampel, seperti yang sudah disebutkan diatas jika sampel pada suhu reaktor 350°C memiliki bentuk fisik yang lebih jernih dan memiliki densitas serta viskositas yang kecil. Jika ditinjau dari *flash point* yang dimiliki setiap sampel, sampel akan terbakar pada suhu ruang. Hal ini berarti tidak perlu pemanasan yang cukup lama untuk bisa memperoleh titik nyala dari setiap sampel, dan jika dibandingkan dengan *gasoline* semua sampel hampir mendekati sifat yang dimiliki oleh *gasoline* dengan titik nyala 27°C – 34°C.

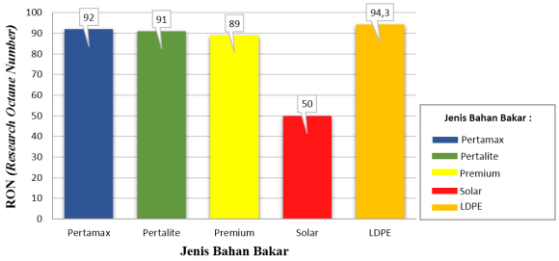
### 3. Perbandingan Hasil Produk *Pyrolysis* dengan Bahan Bakar Lain

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, bahan bakar alternatif hasil produk *pyrolysis* sampah plastik jenis LDPE jika dibandingkan dengan karakteristik fisiknya berupa viskositas, densitas, dan *flash point* bahan bakar lain dapat dilihat pada tabel berikut ini :

**Tabel 4.** Perbandingan Hasil Produk *Pyrolysis* dengan Bahan Bakar Lain

| Variabel Perbandingan | Viskositas (dPa.S) | Densitas (kg/m³) | *Flash Point* (°C) | RON |
|---|---|---|---|---|
| Pertamax | 0,070 – 0,20 | 715 – 770 | 25 – 30 | 92 |
| Pertalite | 0,065 – 0,20 | 715 – 770 | 20 – 28 | 91 |
| Premium | 0,065 – 0,20 | 710 – 770 | 20 – 27 | 89 |
| Solar | 0,20 – 0,50 | 820 – 860 | 40 – 100 | 50 |
| LDPE | 0,28 – 0,33 | 760 – 790 | 32 – 35 | 94,3 |

Dan hasil pengujian RON *(Research Octane Number)* dengan menggunakan alat *Oktane Meter* perbandingan LDPE dan bahan bakar lainnya dapat diketahui melalui gambar seperti grafik berikut ini :




**Gambar 8.** Grafik Batang Perbandingan Nilai Oktan dari Bahan Bakar lainnya dibandingkan dengan LDPE

Pada grafik terlihat bahwa sampah plastik jenis LDPE memiliki oktan tertinggi yaitu sebesar 94,3 lebih tinggi dibandingkan dengan bahan bakar jenis pertamax yang memilki oktan sebesar 92. Sedangkan yang memiliki oktan terkecil yaitu oktan dari bahan bakar solar sebesar 50.

Dilihat dari nilai viskositas, densitas, dan *flash point* seperti yang telah dijelaskan diatas dapat dismpulkan bahwa laju pemanasan maupun temperatur berpengaruh pada perbedaan nilai dari kualitas hasil cair dari pyrolysis, meskipun

perbedaannya tidak terlalu terlihat. Dilihat secara fisik sampel 2,3, dan 4 perbedaan warnanya tidak terlalu signifikan bahwan bisa dikatakan hampir sama.

Jika dilihat dari kuantitas hasil cair pada laju pemanasan 6,94$^{o}$C/menit maupun 2,77$^{o}$C/menit ada perbedaan hasil yang terlihat, dimana jika disimpulkan semakin tinggi laju pemanasan yang digunakan untuk memanaskan bahan yang ada pada reaktor maka semakin banyak pula hasil cairan yang didapat.

Hal ini sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh Luo (2011) dimana laju pemanasan akan menentukan komposisi produk yang dihasilkan, semakin tinggi laju pemanasan kecenderungan produk yang dihasilkan akan berupa cairan dan gas. Selain itu pada penelitian ini proses *pyrolysis* yang digunakan termasuk jenis proses *pyrolysis* lambat *(slow pyrolysis)* karena memanaskan reaktor antara suhu 250$^{o}$C – 500$^{o}$C seperti teori yang diungkapkan oleh Jahirul dkk (2012).

## D. PENUTUP

### 1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil keimpulan sebagai berikut :

Perbedaan laju pemanasan dan temperatur pempengaruhi jumlah *tar* (cairan) yang didapat dari pemanasan plastik LDPE. Semakin tinggi laju pemanasan yang digunakan maka akan semakin banyak hasil cair yang didapatkan. Dimana pada laju pemanasan 1,78$^{o}$C/menit dan suhu reaktor 350$^{o}$C memiliki nilai viskositas, densitas, dan *flash point* terkecil dibandingkan dengan laju pemanasan pada suhu yang lainnya yaitu viskositas sebesar 0,28 dPa.S, densitas 760 kg/m$^3$, dan *flash point* sebesar 32$^{o}$C yang menghasilkan cairan berwarna kuning jernih tanpa endapan sebanyak 165 mL. Sedangkan nilai viskositas, densitas, *flash point* terbesar didapat pada laju pemanasan 2,77$^{o}$C/menit dan suhu reaktor 450$^{o}$C dengan nilai viskositas sebesar 0,33 dPa.S, densitas 790 kg/m$^3$, dan *flash point* 35$^{o}$C yang menghasilkan cairan berwarna abu-abu keruh terdapat banyak endapan sebanyak 201 mL.

### 2. Saran

Untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal dari penelitian proses *pyrolysis* selanjutnya, maka perlu adanya peningkatan. Adapun saran dari peneliti adalah sebagai berikut :

a. Untuk mendapatkan hasil cair yang lebih maksimal, maka penelitian selanjutnya disarankan untuk menjaga kenaikan

temperatur pada reaktor secara konstan. Sedangkan kondensor dibuat vertikal dan volumenya lebih besar.

b. Untuk pipa *pyrex* yang ada didalam kondensor diameternya dibuat lebih kecil dan berbentuk melingkar atau spiral, agar luas penampang yang terkondensasi lebih banyak dan waktu kondensasi lebih lama.

c. Jumlah air yang digunakan pada sistem pendingin harus memiliki volume 3 kali lebih banyak daripada volume air yang ada pada kondensor. Selain itu untuk menghasilkan hasil cair yang maksimal, konstruksi kondensor sebaiknya lebih rendah dari posisi tabung reaktor.

## E. DAFTAR PUSTAKA

Aprian Ramadhan, Munawar, A., 2009, *Pengolahan Sampah Plastik Menjadi Minyak Menggunakan Proses Pirolisis*. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". Jawa Timur.

Fahlevi, M.R., 2012, *Sampah Plastik*, (Online), *http://I:/Artikel-sampah-plastic.com.l.* Diakses 2 Juli 2017.

Jahirul, M., M. G.Rasul, A. A. Chowdhury, and N. Ashwath, 2012, *Biofuels Production through Biomassa Pyrolysis-A Technological Review*. Energies. 5: 4952-5001.

Luo, Xuon, 2011, *Torrefaction of biomass – a comparative and kinetic study of thermal decomposition for Norway spruce stump, poplar and fuel tree chips.* SLU. Swedish University of Agricultural Sciences. Faculty of Natural Resources and Agricultural.

Solso dan Maclin, 2002, *Penelitian Eksperimental.* Jakarta: PT. Gramedia.

Sugiyono, 2010, *Statika Untuk Penelitian*. Jakarta: Tangga Pustaka.

Tumuluru. J, S. et al., 2011, Review on. *Biomass Torrefaction Process and Product properties and Design of Moving Bed Torrefaction System Model Development*. ASABE Annual International. Kentucky Gotland. Department of Chemical Engineering. Sweden: Lund University.