

## Analisa Karakteristik Bahan Bakar Pirolisis Jenis Plastik PET dan LDPE Menggunakan Program Ansys Fluent

Moh. Nurcahyo Buwono<sup>1</sup>, Nuryosuwito<sup>2</sup>, Irwan Setyowidodo<sup>3</sup>

Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: <sup>1</sup>[cahyonur885@gmail.com](mailto:cahyonur885@gmail.com), <sup>2</sup>[suwito.unp@gmail.com](mailto:suwito.unp@gmail.com), <sup>3</sup>[irwan.setyowidodo@gmail.com](mailto:irwan.setyowidodo@gmail.com)

**Abstrak** – Berbagai macam alasan mendukung diciptakannya plastik, dikarenakan plastik menjadi salah satu bagian yang tak bisa terpisahkan dari peradapan manusia modern, karena murah, tahan lama, dan praktis. Semua jenis plastic terutama PET dan LDPE khususnya, Plastik yang awalnya adalah bahan substitusi untuk menyelamatkan lingkungan, Namun kini berubah menjadi polutan, Ternyata dampak negatif dari plastik ini bagi lingkungan sangatlah mengerikan dan cukup serius karena bisa menyebabkan kepunahan beberapa spesies makhluk hidup ratusan kali lipat lebih cepat dari proses alamnya Artikel ini membahas cairan hasil pirolisis yang dihasilkan daripada plastik jenis PET dan LDPE sebagai penerus kemungkinan masa depan untuk bahan bakar fosil. Studi ini terletak pada diskusi komprehensif tentang karakteristik bahan bakar dari berbagai cairan pirolisis dari plastic jenis PET dan LDPE Metode yang digunakan Program Ansys Fluent adalah analisis uji kinematic viscosity, flash point, gas chromatografi, densitas, specific gravity. Tujuan utama penulisan artikel ini untuk mengetahui kandungan zat kimia yang terkandung didalam hasil pirolisis dari plastic PET dan LDPE apakah layak apabila digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil.

**Kata Kunci** — Ansys Fluent, Sampah Plastik PET, LDPE, Pirolisis

### 1. PENDAHULUAN

Produksi sampah plastik nasional menunjukkan angka yang terus meningkat seiring dengan terjadinya pertumbuhan ekonomi dan peningkatan jumlah penduduk. Salah satu jenis sampah yang menjadi perhatian adalah sampah plastik. Overpopulasi penduduk menyebabkan kenaikan jumlah sampah plastik terhadap total semua produksi sampah nasional mencapai 15% dengan pertumbuhan rata-rata mencapai 14,8% per tahun serta menempatkan sampah plastik sebagai donator sampah plastik terbesar kedua setelah sampah organik Studi di berbagai kota Indonesia menunjukkan kontribusi sampah plastik terhadap total sampah kota di Indonesia bervariasi antara lain Jakarta (14%), Surabaya (10,8%), Palangkaraya (15%)[1].

Untuk menangani sampah plastik yang terlalu banyak dan dapat mencemari lingkungan, kami mencoba untuk mengolah sampah plastik tersebut menjadi bahan bakar minyak. Sehingga didapatkan rumusan masalah sebagai berikut, yaitu bagaimana cara mengolah sampah plastik PET 50% dan LDPE 50% dengan pirolisis, bagaimana hasil kuantitas dan kualitas bahan bakar minyak yang dihasilkan oleh sampah plastik jenis PET 50% dan LDPE 50% dengan parameter densitas, viskositas, titik nyala, flashpoint dan nilai kalor.

Berikut adalah penjabaran batasan-batasan dalam penelitian, yaitu bahan baku yang diuji dalam proses penelitian ini yaitu bahan baku sampah plastik jenis PET 50% dan LDPE 50%, penelitian dilakukan di dalam rumah pegawai Dinas Lingkungan Hidup yang dilakukan di Laboratorium Sucofindo, bahan baku yang digunakan dalam proses penelitian ini berasal dari sampah plastik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebanyak masing-masing jenis plastik 1 kg, bahan baku tersebut dilakukan pencacahan secara sederhana hingga berukuran  $\pm 3$  cm, dalam proses pirolisis yang dilakukan selama 2 jam pada suhu 250 °C dan tekanan 2 bar, untuk pengujian kualitas bahan bakar minyak meliputi densitas, viskositas, flashpoint, titik api dan nilai kalor. [2]

Tujuan umum daripada penelitian ini adalah untuk mengkonversi sampah plastik menjadi bahan bakar minyak dengan cara pirolisis, tujuan khusus dari riset ini adalah mengetahui perbandingan hasil volume yang diperoleh dari pengolahan sampah plastic jenis PET 50% dan LDPE 50%, untuk menghasilkan produk hasil pirolisis yaitu bahan bakar minyak yang berasal dari sampah plastik jenis PET 50% dan LDPE 50%, untuk mengetahui hasil kualitas bahan bakar minyak yang dihasilkan dari jenis plastik PET 50% dan PET 50%. Manfaat dari penelitian ini adalah memanfaatkan sampah plastik dengan dilakukan proses pirolisis, mengetahui kualitas bahan minyak dari jenis sampah plastik

PET 50% dan LDPE 50% dengan menggunakan proses pirolisis, membandingkan secara kualitatif dan kuantitatif bahan bakar minyak yang dihasilkan dari sampah plastik jenis PET 50% dan LDPE 50%.[3]

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian eksperimen adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi-kondisi yang terkendalikan.

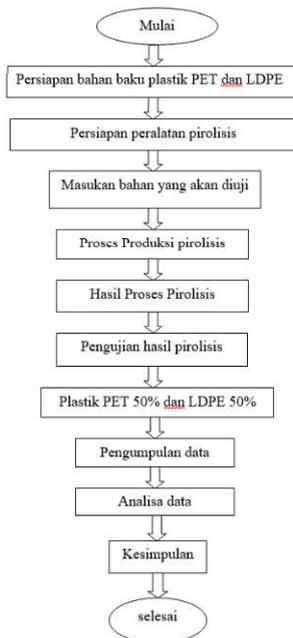
### 2.2 Identifikasi Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Variabel bebas dalam penelitian ini adalah pengujian bahan bakar hasil produk pirolisis jenis plastik PET 50% dan LDPE 50%.
- 2) Variabel terikat dalam penelitian ini adalah perbandingan konsumsi bahan bakar pada sepeda motor.

### 2.3 Alur Penelitian

Dalam penelitian ini adapun alur penelitian dari mulai mempersiapkan bahan hingga menganalisa data penelitian dapat digambarkan seperti gambar dibawah ini :



Gambar 1. Alur Penelitian

Keterangan :

- 1) persiapan bahan baku plastik PET dicampur LDPE dan mempersiapkan alat-alat yang dibutuhkan.

- 2) persiapan peralatan alat-alat untuk melakukan pengujian pirolisis.
- 3) masukan bahan pengujian yang nantinya sebagai proses awal dari pengujian pirolisis plastik PET dicampur plastik LDPE ke dalam tabung reaktor.
- 4) setelah proses pengujian selesai hasil produksi dari proses pirolisis diuji untuk mengetahui karakteristiknya.
- 5) pengumpulan data adalah setelah mendapat hasil data yang diperoleh nantinya dikumpulkan datanya.
- 6) analisa data adalah setelah pengumpulan data lalu lakukan analisis data.
- 7) kesimpulan proses akhir dari pengujian adalah menyimpulkan data yang diteliti dan diuji.

### 2.4 Alat Dan Bahan

Dalam penelitian ini bahan yang digunakan adalah limbah botol plastik bekas jenis PET dengan LDPE kelapa yang sudah dikeringkan dengan perbandingan 1:1 dimana 3 kg plastik PET dan 1,5kg serabut kelapa.

#### 1) Plastik PET

PET (*Polyethylene Etilen Terephalate*) adalah salah satu jenis plastik yang dapat didaur ulang mempunyai logo daur ulang dengan angka 1 ditengahnya serta tulisan PET/PETE dibawah segitiga. Biasanya dipakai pada botol plastik, berwarna jernih transparan / tembus pandang seperti botol air mineral, botol jus, wadah makanan dan hampir semua botol minuman lainnya.



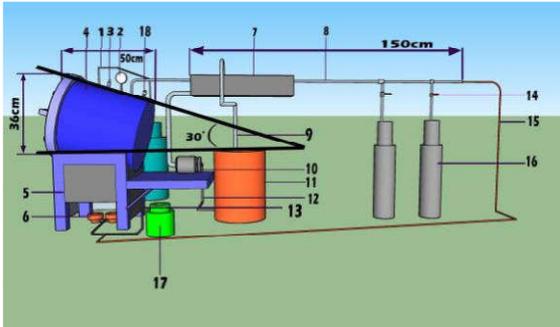
Gambar 2. Jenis dan Simbol plastik PET

#### 2) Plastik LDPE

Dibalik semua kelebihanannya, bahan plastik LDPE menjadi masalah apabila sudah tidak digunakan lagi atau menjadi sampah. Barang tersebut sangat sulit diuraikan oleh mikroorganisme di dalam tanah sehingga bisa menimbulkan pencemaran lingkungan berupa terjadinya degradasi tanah. Sebagai contoh, sampah kantong plastik apabila ditimbun di dalam tanah, butuh sekitar 1000 untuk dapat diuraikan oleh mikroorganisme[4].

3) Instalasi Alat Pirolisis

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pirolisis, berikut adalah instalasi alat pirolisis :



Gambar 3. Instalasi Alat Pirolisis

Keterangan :

- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| 1. Nitrogen               | 11. Wadah air kondensor   |
| 2. Manometer              | 12. Selang air kondensor  |
| 3. Otomatis tekanan       | 13. Regulator             |
| 4. Reaktor                | 14. Valve                 |
| 5. Pondasi                | 15. Selang LPG            |
| 6. Kompor                 | 16. Wadah hasil pirolisis |
| 7. Kondensor              | 17. Gas LPG               |
| 8. Pipa logam             | 18. Termokopel            |
| 9. Keluaran air kondensor |                           |
| 10. Pompa                 |                           |

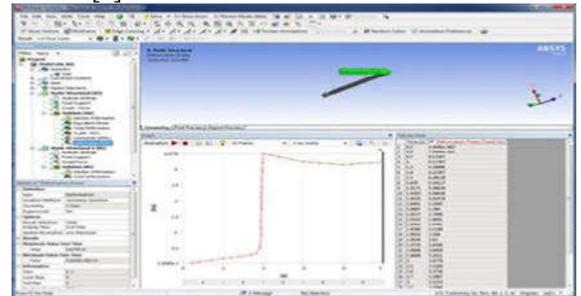
Langkah proses produksi pirolisis :

- Memasukan bahan uji ke dalam reaktor.
- Tabung reaktor dipanasi menggunakan kompor sampai suhu.
- Untuk sementara waktu kran/valve ditutup dengan waktu 15-20 menit agar supaya tabung reaktor menjadi vakum setelah itu kran yang menuju kondensor dibuka.
- Suhu diukur dengan *termocouple* digital.
- Kondensor dialiri air secara terus menerus selama proses pengujian berjalan dengan suhu 17-26°C.
- Setelah pipa didinginkan dengan kondensor gas dan cairan akan turun pada bagian output kondensor tersebut.
- Gas akan mengalir melalui pipa bagian atas dan cairan akan mengalir melalui pipa bagian bawah.
- Tunggu hingga kurang lebih 1 jam.
- Setelah selesai akan mendapatkan hasil produk pirolisis dari plastik PET dicampur plastik LDPE.
- Hasil produk pirolisis dari bahan plastik PET dicampur plastik LDPE akan diteliti atau diuji guna mengetahui karakteristiknya.
- Setelah melakukan pengujian catat hasil dari perbandingan tersebut.

4) Program ANSYS

Ansys adalah salah satu software yang digunakan oleh engineer teknik mesin dalam menganalisa, mendesain dan menyelesaikan permasalahan yang dialami yang bersamaan

dengan analisa struktur, thermal, dan fluida, sehingga dalam mendesain sebuah konstruksi yang sulit dan kokoh dapat diperoleh lebih akurat serta dalam memilih suatu bahan dapat memperhatikan beberapa faktor estetika dan finansial yang disebabkan oleh suatu design tersebut sehingga memerlukan peningkatan pengetahuan tentang sifat bahan serta sifat mekaniknya Pengujian eksperimen, analitik serta numerik perlu dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakter suatu material. Perhitungan secara manual tentunya sangat memerlukan waktu yang lama dan hasil perhitungannya diperoleh kemungkinan terjadinya suatu kesalahan. Kesulitan serta kesalahan ini mendorong para engineer untuk menggunakan sebuah metode yang memberikan hasil perhitungan yang lebih mendekati keakuratan dan waktu yang diperlukan relatif lebih singkat jika dibandingkan dengan perhitungan secara manual dan analitik[5]



Gambar 4. Program Ansys

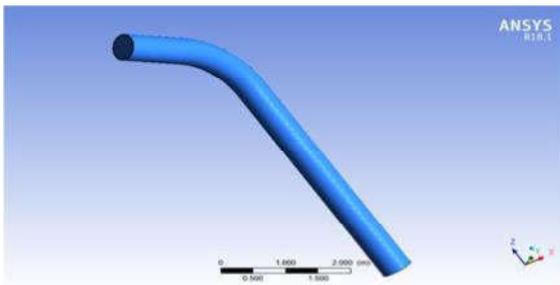
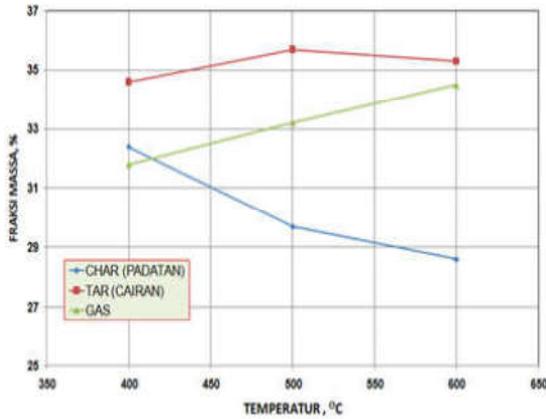
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian pirolisis yang dilakukan dengan menggunakan bahan plastik PET dan LDPE diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Distribusi produk pirolisis sampah plastik PET

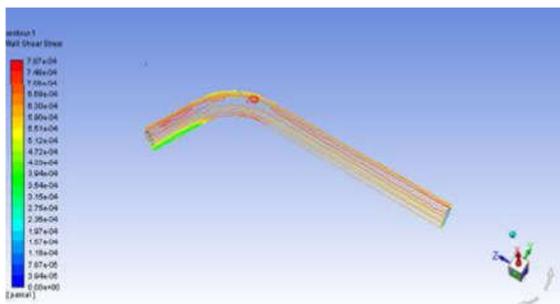
Teperatur Pirolis (°C)	Sampah Plastik PET		
	Char	Tar	Gas (%)
400	32,4	34,6	31,8
500	29,7	35,7	33,2
600	28,6	35,3	34,5

Dari grafik diatas semakin tinggi temperatur, hasil yang diperoleh juga semakin banyak. Hasil terbanyak di dapat pada temperatur 400°C dengan waktu selama 60 menit. Hasil bahan bakar yang didapat sebanyak 250 ml.



Gambar 5. Pipa aliran pada pirolisis

Dari gambar diatas dapat di lihat bahwa pipa berwarna biru menunjukkan bahwa alirannya stabil, jika pipa berwarna merah menandakan bahwa alirannya terlalu besar bahkan bisa menimbulkan pipa tersebut mengalami pembengkokan.



Gambar 6. Tekanan aliran pada pipa

Dapat dilihat pada gambar diatas bahwa tekanan aliran pada pipa, semakin besar tekanan dan panasnya suhu pada aliran akan mempengaruhi tekanan pada material pipa

1) Pengaruh temperatur terhadap nilai viskositas

Viskositas adalah nilai yang diukur dari daya hambatan aliran yang dialami suatu fluida pada suatu tekanan tertentu, viskositas sering disebut kekentalan atau penolakan terhadap penuangan. Contoh sederhananya yaitu membandingkan air dengan oli, tentu air akan lebih cepat mengalir jika dibandingkan dengan oli, ini dikarenakan air memiliki kekentalan lebih rendah daripada oli.

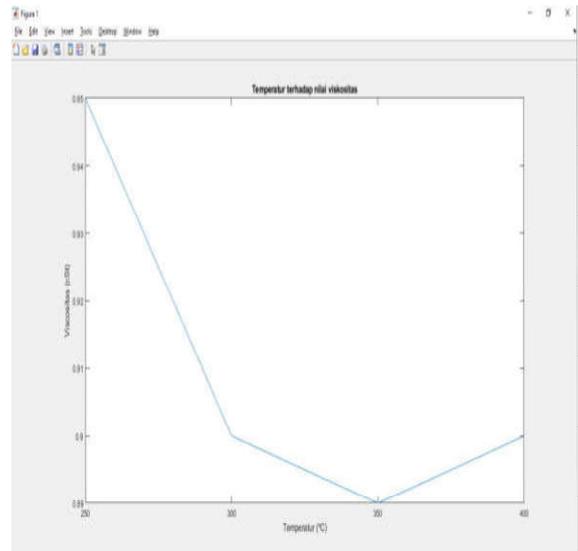
Sehingga dapat kita simpulkan bahwa semakin tinggi viskositas suatu cairan maka semakin susah cairan tersebut untuk bergerak mengalir begitupun

sebaliknya. Dalam penelitian ini viskositas akan diukur dengan menggunakan viskotester. Sejumlah cairan akan dituang ke dalam wadah kemudian saklar dihidupkan untuk menyalakan rotor. Rotor akan terus bergerak mengaduk cairan dan jarum indikator juga akan terus bergerak. Bila jarum pada indikator sudah menunjukkan posisi *steady* maka hasil viskositasnya sudah diketahui dan selanjutnya matikan rotor[6].

Tabel 2. temperatur terhadap nilai viskositas

No	Bahan bakar	Temperatur	Viscosity (mm <sup>2</sup> /s)
1	PET 50%+ LDPE 50%	400	1,981761
		500	1,975612
		600	2,010826

Dari tabel 2. diatas menunjukkan pengaruh temperatur terhadap nilai viskositas dapat dilihat pada grafik berikut :

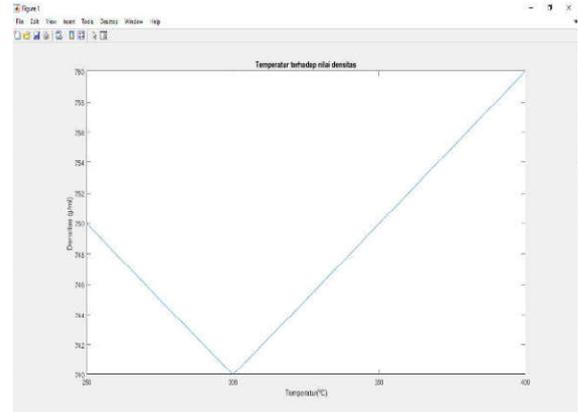


Gambar 7. Pengaruh temperatur terhadap nilai viskositas

Semakin rendah nilai viskositas yang dimiliki cairan maka cairan tersebut semakin encer. Nilai viskositas dari bahan plastik PET dengan plastik LDPE terendah sebesar 1,26 cSt pada temperatur 400°C. Sedangkan nilai tertinggi sebesar 2,01 cSt pada temperatur 600°C. Berikut adalah alat viskotester :



Gambar 8. alat viskotester



Gambar 9. Pengaruh temperatur terhadap densitas

## 2) Pengaruh temperatur terhadap nilai densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin besar massa volume dari suatu benda, maka semakin tinggi pula massa jenis benda tersebut. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya.

Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih rendah (misalnya air) akan memiliki volume yang lebih tinggi daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih tinggi (misalnya besi). Satuan SI massa jenis adalah kilogram per meter kubik ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). Massa jenis berfungsi untuk menentukan zat. Setiap zat memiliki massa jenis yang berbeda. Dan suatu zat berapapun massanya berapapun volumenya akan memiliki massa jenis yang sama. Rumus untuk menentukan massa jenis adalah

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$\rho$  adalah massa jenis,  
 $m$  adalah massa,  
 $V$  adalah volume.

Satuan massa jenis dalam 'CGS (centi-gram-sekon)' adalah: gram per sentimeter kubik ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ),  $1000 \text{ g}/\text{cm}^3 = 1 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

Tabel 3. Temperatur terhadap nilai densitas

No.	Bahan Bakar	Temperatur	Density ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
1	PET 50%+	400	0,752996
	LDPE	500	0,762602
	50%	600	0,761417

Dari tabel 3 diatas dapat disimpulkan dengan grafik sebagai berikut :

Besarnya nilai densitas masih erat kaitannya dengan nilai viskositas, jika semakin tinggi nilai viskositasnya maka semakin besar juga nilai densitasnya. Dari bahan plastik PET dan LDPE yang digunakan sebagai penelitian nilai densitas terendah ada pada temperatur  $400^{\circ}\text{C}$  dengan nilai  $0,075\text{kg}/\text{m}^3$ . Sedangkan nilai densitas tertinggi adalah  $0,076 \text{ Kg}/\text{m}^3$  pada temperatur  $600^{\circ}\text{C}$ .

## 3) Pengaruh temperatur terhadap nilai flash point

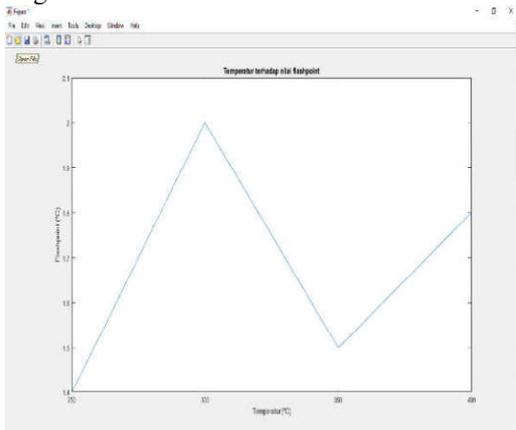
*Flash point* adalah fraksi dimana bahan bakar akan menguap dan menimbulkan api bila terkena percikan api dan kemudian mati dengan sendirinya dengan rentan waktu yang cepat. Hal ini disebabkan karena pada kondisi tersebut belum mampu untuk membuat bahan bakar bereaksi dan menghasilkan api yang kontiniu. *Flash point* dapat ditentukan dengan melakukan pemanasan yang tetap terhadap suatu fraksi bahan bakar, setelah mencapai titik suhu tertentu maka fraksi tersebut akan mengalami penguapan.

Semakin tinggi *flash point* suatu fraksi maka akan sulit untuk terbakar begitupun jika fraksi memiliki *flash point* rendah berarti akan mudah terjadi pembakaran. Dalam penelitian ini *flash point* akan diukur dengan menggunakan alat *flash point tester*[7].

Tabel 4. Temperatur terhadap nilai flash point

No	Bahan bakar	Temperatur	Flashpoint( $^{\circ}\text{C}$ )
1	PET50%+LDPE 50%	400	2,5
		500	3
		600	3,7

Dari tabel 4 diatas dapat digambarkan grafik sebagai berikut :



Gambar 10. Pengaruh temperatur terhadap nilai *flash point*

*Flash point* dari bahan plastik PET dicampur serabut kelapa memiliki nilai terendah terdapat pada temperatur 400°C dengan nilai 2,5°C. Sedangkan nilai *flash point* tertinggi terdapat pada temperatur 600°C dengan nilai 3,7°C. Berikut adalah alat yang digunakan untuk mengukur *flash point* :



Gambar 11. *Flash point tester*

#### 4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, pada temperatur 400°C minyak hasil pirolisis berwarna Kuning gelap dan terdapat sedikit endapan, mempunyai nilai viskositas 1,26 cSt, Densitas 0,075Kg/m<sup>3</sup> dan *Flash point* 3,7°C. selanjutnya pada temperatur 400°C minyak hasil pirolisis berwarna merah pekat jernih tanpa adanya endapan dengan nilai viskositas 1,26cSt, Densitas 0,075Kg/m<sup>3</sup> dan *Flash point* 2,5°C. Pada temperatur 500°C minyak pirolisis berwarna merah ke kuning-kuningan jernih seperti pada suhu 400°C namun mempunyai nilai viskositas 1,97 cSt, Densitas 0,076Kg/m<sup>3</sup> dan *Flash point* 3°C. pada temperatur 600°C minyak hasil pirolisis berwarna orange pekat dan terdapat sedikit endapan dan mempunyai nilai viskositas 2,01 cSt, Densitas 0,071Kg/m<sup>3</sup> dan *Flash point* 3,7°C.

Dari ketiga sifat karakteristik bahan plastik PET dicampur plastic LDPE memiliki temperatur

optimum yang berbeda. Sifat karakteristik yang dimiliki bahan plastik PET dengan LDPE memiliki nilai viskositas, densitas, dan *flash point* terendah rata-rata pada temperatur 400°C. Dalam penelitian ini kualitas cairan hasil pirolisis yang terbaik adalah dengan orange pekat dan sedikit endapan.

#### 5. SARAN

Untuk memperoleh hasil yang lebih maksimal pada penelitian selanjutnya, maka perlu adanya peningkatan, adapun saran dari peneliti adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk mempermudah proses konversi bahan bakar cair agar hasilnya lebih maksimal, maka penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan kunci roda pembalik seperti halnya yang dipakai pada mesin pengaduk semen agar proses pembersihan residunya jadi lebih mudah.
- 2) Jumlah air yang digunakan pada sistem pendingin harus memiliki volume 3 kali lebih banyak dari pada volume air pada kondensor. Selain itu untuk menghasilkan hasil yang maksimal, konstruksi kondensor sebaiknya lebih rendah dari Posisi Tabung reactor.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Iswadi, F. Nurisa, and E. Liastuti, "Pemanfaatan sampah plastik LDPE dan PET menjadi bahan bakar minyak dengan proses pirolisis," *J. Ilm. Tek. Kim. UNPAM*, vol. 1, no. 2, pp. 1–9, 2017, [Online]. Available: [openjournal.unpam.ac.id/index.php/JITK/article/download/718/585](http://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JITK/article/download/718/585).
- [2] S. Shahidan, N. A. Ranle, S. S. M. Zuki, F. S. Khalid, A. R. M. Ridzuan, and F. M. Nazri, "Concrete incorporated with optimum percentages of recycled polyethylene terephthalate (PET) bottle fiber," *Int. J. Integr. Eng.*, vol. 10, no. 1, pp. 1–8, 2018, doi: 10.30880/ijie.2018.10.01.001.
- [3] F. Rhohman, M. Pd, I. Nuryosuwito, and M. Eng, "PYROLISIS JENIS PLASTIK PET DAN PP Oleh : HENDRI DWI WICAKSONO Dibimbing oleh : SURAT PERNYATAAN ARTIKEL SKRIPSI TAHUN 2018," 2018.
- [4] C. Miller, "Polyethylene terephthalate," *Waste Age*, vol. 33, no. 5, p. 104, 2002.
- [5] A. Street, "Dasar simulasi kunci spanner menggunakan ansys 14.0," pp. 1–29, 2015.
- [6] "No Title," 2016.
- [7] R. Rafli, H. B. Fajri, A. Jamaludhin, M. Azizi, H. Riswanto, and M. Syamsiro, "Penerapan teknologi pirolisis untuk konversi limbah plastik menjadi bahan bakar minyak di Kabupaten Bantul," *J. Mek. dan Sist. Termal*, vol. 2, no. April, pp. 1–5, 2017, [Online]. Available: <http://e-journal.janabadra.ac.id/index.php/JMST/article/view/339>.