

## PENGARUH TEMPERATUR DAN WAKTU PEMANASAN PADA PROSES PIROLISIS PET/PP TERHADAP KARAKTERISTIK BAHAN BAKAR

Yusca Alvantio Permana<sup>1\*</sup>, Santoso Mulyadi<sup>2</sup>, Hari Sutjahjono<sup>2</sup> Ahmad Adib Rosyadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumni Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37 Jember 68121

Email: \*alvantiopermana@gmail.com

### ABSTRACT

*The problem of garbage accumulation is crucial. In fact, waste can be said to be a cultural problem because its impact is affected on various sides of life, especially such as big cities. The method of processing plastic waste that has been widely developed today is the pyrolysis method. The material used is plastic waste from the types of Polyethylene terephthalate and Polypropylene. As much as 300 grams of material is inserted into a pyrolysis apparatus and heated with variations of 300 ° C, 350 ° C and 400 ° C and held at variations of time 10 minutes, 20 minutes, and 30 minutes. The result is measured the volume of oil produced. The results showed that PP plastic produced more oil at a temperature of 400 ° C and a time of 30 minutes.*

*Keywords: Pyrolysis, limbah plastik, Polyethylene terephthalate, Polypropylene*

### PENDAHULUAN

Sampah botol plastik dan kantong plastik merupakan sampah yang sering kita jumpai, karena sampah jenis botol plastik dan kantong plastik banyak digunakan pemakaiannya yang hanya sekali pakai, hal tersebut yang menyebabkan banyak nya sampah jenis botol plastik yang sering kita temui. Volume sampah yang dihasilkan dari botol plastik sendiri sangat besar dikarenakan ukurannya yang bervariasi dan kantong plastik menjadi besar volume sampah yang dihasilkan dikarenakan banyaknya pemakaian dari kantong plastik ini dalam pengemasan macam-macam produk seperti bungkus pembelian obat ataupun bumbu makanan contohnya [1]. Plastik adalah salah satu jenis makromolekul yang terbentuk melalui proses polimerisasi. Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen, Untuk membuat plastik bahan yang sering digunakan salah satunya adalah Naptha, yaitu bahan yang dihasilkan dari penyulingan minyak bumi atau gas alam.

Plastik merupakan senyawa organik yang sangat mudah dibentuk, punya rantai yang panjang karena tersusun atas polimerisasi bahan organik dan memiliki berat molekul yang besar. Plastik terbuat dari karbon, hidrogen dan atom – atom lainnya yang terikat dalam rantai molekul

panjang yang disebut polimer. Plastik tidak ditemukan di alam, tetapi dibuat dari produk – produk batubara, minyak bumi, katun, kayu gas, garam dan air. Plastik digunakan untuk membuat berbagai macam materi, termasuk perabot, komputer dan mainan. Plastik sangat berguna karena kuat, ringan dan tahan terhadap panas dan bahan kimia dibandingkan banyak materi lain (Srinovaz, 2017) [2].

Metode pengolahan sampah plastik yang telah banyak dikembangkan saat ini, adalah dengan metode pirolisis, dimana penelitian ini bertujuan untuk mengurangi penumpukan sampah plastik dengan mengubahnya menjadi bahan bakar dengan cara memanaskan sampah plastik di dalam ruangan yang terbatas oksigen atau reaktor, kemudian uap dari hasil pembakaran di reaktor akan mengalir melalui pipa pendingin dan kemudian uap yang telah melalui pipa pendingin tersebut dapat menjadi minyak bahan bakar. Pengolahan sampah dengan menggunakan metode pirolisis rata-rata dapat menghasilkan 52,1% wax, 25,2% char, 22,6% gas. Cairan dari proses pirolisis merupakan campuran kompleks senyawa organik, yaitu stirena, etilbenzena, toluena dan lain-lain (Rachmawati, 2015) [3].

Proses pirolisis menghasilkan padatan yang mengandung char/residu dan bahan anorganik yang terkandung dalam bahan baku. Pirolisis juga dapat menghasilkan gas yang terdiri dari hidrokarbon, CO dan CO<sub>2</sub>, dimana memiliki nilai kalor yang tinggi. Pirolisis merupakan pengolahan sampah

yang dapat mengurangi berat dan volume sampah, serta menghasilkan produk seperti: gas yang mempunyai nilai kalori rendah sampai sedang, yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif; residu (*char*) merupakan hasil pembakaran sampah dimana memiliki nilai kalori tinggi, digunakan sebagai bahan bakar alternatif; *wax* yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif dan sumber dari bahan kimia, selain itu proses pirolisis juga akan menghasilkan air yang mengandung bahan-bahan organik [4].

Pada penelitian ini akan dilakukan kajian guna membandingkan hasil minyak dari plastik jenis PET (*Polyethylene terephthalate*) dengan plastik jenis PP (*Polypropylene*). Alasan dari menggunakan bahan utama dalam metode pirolisis dengan sampah plastik jenis PET dan PP adalah besarnya volume yang dihasilkan dari sampah jenis PET dan juga pemakaian nya yang hanya sekali pakai menjadikan sampah jenis dari PET dan PP mudah untuk di temui, dan juga jenis sampah plastik PP mampu untuk terdekomposisi pada suhu  $>300^{\circ}\text{C}$  dan memiliki kadar air paling rendah.

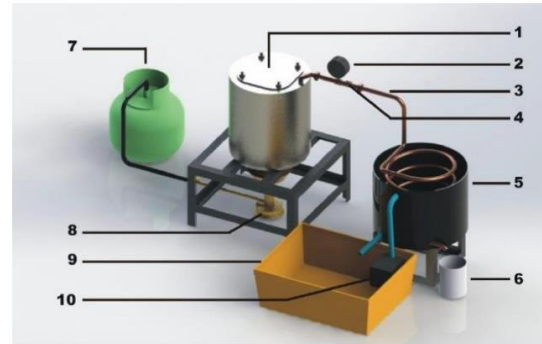
## METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara eksperimen, di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember. Pirolisis dilakukan pada alat yang dibuat dari tabung LPG 13 kg sebagai reaktor, dan dipanaskan dengan kompor gas. Reaktor dipanaskan pada variasi temperatur  $300^{\circ}\text{C}$ ,  $350^{\circ}\text{C}$  dan  $400^{\circ}\text{C}$ . Pada tiap temperatur tersebut, pemanasan dilakukan dengan variasi waktu pemanasan 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Setelah tercapai waktu tersebut, keran dibukakan untuk mendapatkan hasil pirolisis berupa cairan dan diukur volumenya.

Skema penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Reaktor pirolisis digunakan dengan komponen sebagai berikut:

1. Tabung Reaktor
2. *Pssure Gauge*
3. Pipa Tembaga
4. Katup Pembuka
5. Tabung Kondensor
6. Wadah Penampung
7. Tabung gas LPG 3Kg Pertamina
8. Pembakar
9. Wadah Pendingin
10. Pompa Air

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sampah plastik jenis PET (*Polyethylene terephthalate*) dengan plastik jenis PP (*Polypropylene*). Kedua bahan tersebut diperoleh dari limbah sampah yang dibersihkan dan dicuci, kemudian dipotong dan dimasukkan ke reaktor pirolisis. Pada setiap proses pirolisis, jumlah bahan yang dimasukkan ke reaktor adalah 300 gram.



Gambar 1. Skema Alat Pirolisis

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Volume Minyak Yang Dihasilkan

Dari hasil proses pirolisis yang dilakukan dari sampah plastik jenis PET dan sampah plastik jenis PP, dihasilkan plastik jenis PP menghasilkan minyak yang lebih banyak daripada jenis plastik PET. Hal ini dikarenakan sifat dari sampah plastik jenis PET yang bersifat menyublim saat terjadi dekomposisi. Proses pirolisis dengan sampah plastik jenis PET dan PP yang banyak menghasilkan minyak terjadi pada saat pirolisis sampah plastik jenis PP dengan temperatur  $400^{\circ}\text{C}$  dan dengan menggunakan lama pemanasan 30 menit yang dapat menghasilkan volume minyak sebanyak 75 ml.

### Pengaruh Temperatur Pada Proses Pirolisis

Hasil minyak yang diperoleh dari proses pirolisis sampah plastik PET dan PP dengan jumlah 300 gram menunjukkan peningkatan jumlah minyak yang diperoleh seiring dengan naiknya temperatur pemanasan yang digunakan. Peningkatan temperatur yang digunakan untuk proses pemanasan juga meningkatkan volume minyak yang dihasilkan dari proses pirolisis. Karena Jika pada proses pirolisis terjadi peningkatan temperatur mengarah pada penigkatan pemecah ikatan. Salah satu cara untuk meningkatkan konversi dengan menaikan temperatur.

Hasil pirolisis bahan plastik PET dengan dengan suhu  $300^{\circ}\text{C}$  menghasilkan minyak terbanyak sejumlah 18 ml, pada suhu  $350^{\circ}\text{C}$  menghasilkan minyak terbanyak sejumlah 61 ml, pada suhu  $400^{\circ}\text{C}$  menghasilkan minyak terbanyak sejumlah 66 ml. Dari ketiga temperatur  $300^{\circ}\text{C}$ ,  $350^{\circ}\text{C}$  dan  $400^{\circ}\text{C}$  jumlah rata-rata minyak yang diperoleh terbanyak diperoleh pada temperatur  $400^{\circ}\text{C}$  sejumlah 66 ml.

Hasil pirolisis bahan plastik PP dengan dengan suhu  $300^{\circ}\text{C}$  menghasilkan minyak terbanyak sejumlah 37 ml, pada suhu  $350^{\circ}\text{C}$  menghasilkan minyak terbanyak sejumlah 71 ml pada, pada suhu  $400^{\circ}\text{C}$  menghasilkan minyak

terbanyak sejumlah 75 ml. Dari ketiga temperatur 300 °C, 350°C dan 400°C jumlah rata-rata minyak yang diperoleh terbanyak diperoleh pada temperatur 400°C sejumlah 75 ml.

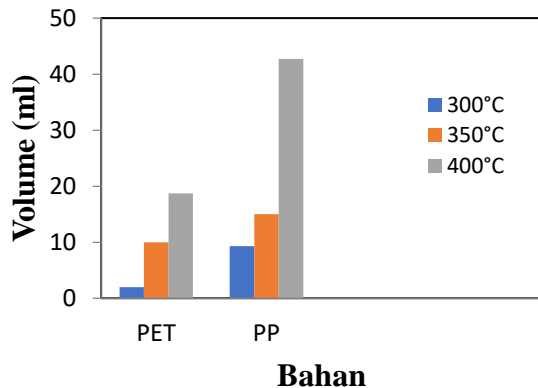
**Pengaruh Waktu Pemanasan pada Proses Pirolisis**

Proses pirolisis dengan menggunakan waktu pemanasan sebagai acuan juga dilakukan pada proses pirolisis jenis sampah plastik PET dan PP. Data hasil pirolisis mengenai pengaruh waktu pemanasan menggunakan sampah plastik jenis PET dengan jumlah 300 gram untuk mengetahui jumlah minyak yang dihasilkan. Semakin lama proses pemanasan akan menghasilkan peningkatan jumlah minyak yang dihasilkan karena semakin lama nya proses pirolisis yang terjadi hingga selesai.

Jumlah minyak terbanyak pada lama pemanasan 10 menit menghasilkan minyak sebesar 19 ml. Lama pemanasan 20 menit menghasilkan minyak sejumlah 43 ml. Hasil terbanyak diperoleh pada lama pemanasan 30 menit yaitu sebanyak 66 ml.

Data hasil pirolisis mengenai pengaruh waktu pemanasan menggunakan sampah plastik jenis PP dengan jumlah 300 gram untuk mengetahui jumlah minyak yang dihasilkan.

Pengujian dengan variasi waktu pemanasan 10 menit ditunjukkan pada Gambar 2. Pada gambar tersebut, terlihat, peningkatan temperatur pemanasan meningkatkan jumlah minyak yang dihasilkan. Pada plastik PP terlihat menghasilkan minyak lebih banyak. Pada kondisi ini, hasil terbanyak adalah sekitar 46 ml.

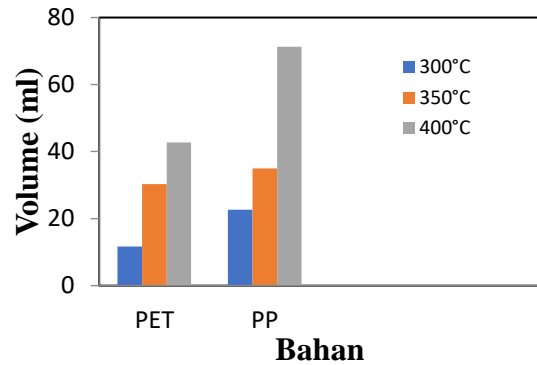


Gambar 2. Volume Minyak Pirolisis PET/PP Waktu 10 Menit

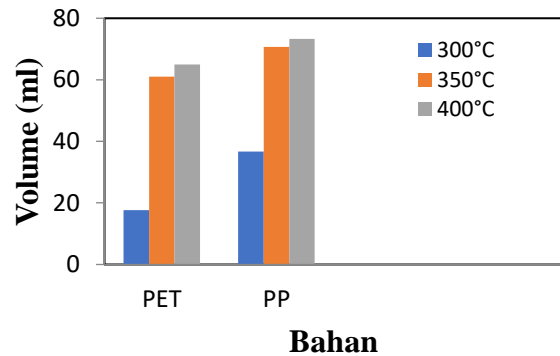
Pengujian pirolisis dengan variasi waktu pemanasan 20 menit ditunjukkan pada Gambar 3. Pada gambar tersebut terlihat hasil tren sama dengan sebelumnya, dimana peningkatan temperatur pirolisis meningkatkan hasil pirolisis, dan hasil terbanyak diperoleh pada plastik PP pada temperatur 400C yaitu mencapai 72ml.

Adapun pengujian pirolisis dengan variasi waktu pemanasan 30 menit ditunjukkan pada

Gambar 4. Pada gambar tersebut terlihat hasil tren sama juga dengan sebelumnya, dimana peningkatan temperatur pirolisis meningkatkan hasil pirolisis, dan hasil terbanyak diperoleh pada plastik PP pada temperatur 400C yaitu mencapai 75ml.



Gambar 3. Volume Minyak Pirolisis PET/PP Waktu 20 Menit



Gambar 4. Volume Minyak Pirolisis PET/PP Waktu 30 Menit

**KESIMPULAN**

1. Proses pirolisis dengan plastik jenis (*polyethylene terephthalate*) PET dan (*Polypropylene*) PP, yang paling banyak menghasilkan minyak adalah pada plastik PP (*Polypropylene*).
2. Pengaruh variabel temperatur yang digunakan adalah jika semakin besar temperatur yang digunakan maka semakin banyak volume minyak yang dihasilkan.
3. Pengaruh dari variabel waktu pemanasan yang digunakan yang paling banyak menghasilkan minyak pirolisis adalah selama 30 menit waktu pemanasan.
4. Karakteristik yang di tunjukan oleh minyak pirolisis PET dan PP menunjukan hampir mendekati dengan karakteristik bahan bakar Premium dengan massa jenis yang lebih ringan dan nilai oktan yang lebih rendah.

## SARAN

1. Usahakan menggunakan temperatur yang tinggi, agar volume minyak yang dihasilkan dapat lebih meningkat dan *dekomposisi thermal* dari sampah plastik dapat terpecah sampai habis, Pada proses pirolisis sebaiknya gunakan waktu pemanasan yang lebih lama, agar proses pirolisis dapat menghasilkan volume yang lebih banyak.
2. Setelah melakukan proses pirolisis dianjurkan agar melakukan penambahan unsur material yang dapat menaikkan nilai oktan agar karakteristik dari minyak pirolisis dapat lebih mendekati karakteristik dari bahan bakar premium atau lebih baik dari premium.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rachmawati Q., W. Herumurti. 2015. Pengolahan Sampah secara Pirolisis dengan Variasi Rasio Komposisi Sampah dan Jenis Plastik . *Jurnal Teknik ITS* Vol. 4, No. 1, (2015). ISSN 2337-3539.
- [2] Putra H.P., Y. Yuriandala. 2010. Studi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Produk dan Jasa Kreatif. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan* Volume 2, Nomor 1, Januari 2010, Halaman 21-31. ISSN: 2085-1227.
- [3] Sarker M., M. Rashid, M. Molla. 2011 Waste Plastic Conversion Into Chemical Product Like Napthan. *Journal of fundamentals of renewable energy and applications*.
- [4] Karuniasuti N. 2013. Bahaya Sampah Plastik Terhadap Kesehatan dan Lingkungan. *Forum Teknologi* Vol. 03, No.1, Tahun 2013.
- [5] Sari G.L. 2017. Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Cair. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol.3 No.1 - September 2017(06-13).
- [6] Miandad R., M. A. Barakat, A. S. Aburiazaiza, M. Rehan, A.S. Nizami. 2016. Catalytic Pyrolysis of Plastic Waste: a Review. *Process Safety and Environmen Protection* 102: 882-838.