

## STUDI EKSPERIMENTAL PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK MENJADI SALAH SATU SUMBER ENERGY

Sriyanto<sup>1\*</sup>, Suhartoyo<sup>2</sup>

<sup>12</sup>Program Studi Teknik Mesin, Akademi Teknologi Warga Surakarta  
Jl Raya Solo baki Km 2 Kwarasan Solobaru, Sukoharjo

\*Email: dicks\_riyanto@gmail.com

### Abstrak

*Penelitian ini bertujuan mengolah limbah plastik PP (Polypropylene) dan LDPE (Low density Polyethylene) menjadi bahan bakar cair. Pengolahan limbah plastik PP dan LDPE dengan cara pyrolysis . Pyrolysis dengan pemanasan reactor dari luar dengan pendinginan kondensasi, pemanasan dengan menggunakan LPG. Gas yang keluar dari reactor di dinginkan melalui pipa berbentuk spiral yang di masukan dalam bak berisi air. Hasil pengujian plastik jenis PP didapat bahwa pada suhu 400<sup>0</sup>C jumlah minyak, gas, dan padatan yang dihasilkan berturut-turut sebesar 52%, , 15% dan 33 %. Minyak yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan temperature reactor 200 °C. Hasil pyrolysis pada tempertur 200<sup>0</sup>C menghasilkan minyak, gas, dan padatan dihasilkan berturut-turut sebesar 30%, 10%, dan 60 %. plastik LDPE didapat jumlah minyak yang diperoleh pada temperature reactor 300<sup>0</sup>C paling sedikit berwarna bening jumlah sisa padatan lebih banyak dibandingkan pada temperature reactor 400 °C jumlah minyak lebih banyak warna minyak keruh jumlah sisa padatan lebih sedikit.*

**Kata kunci:** LDPE; PP; Pyrolysis; reactor; temperatur

## 1. PENDAHULUAN

Sampah plastik di lingkungan masyarakat banyak berasal dari bahan polipropilena. Plastik PP dan LDPE (*Low density Polyethylene*) banyak di gunakan dalam kehidupan manusia. Namun dibalik kelebihan bahan berbahan plastik terdapat masalah setelah barang tersebut tidak di gunakan. Bahan plastik dapat diuraikan oleh tanah sehingga menimbulkan masalah baru. Daur ulang limbah plastik merupakan jalan satu-satunya untuk mengurangi jumlah limbah plastik. Namun hanya sedikit bahan plastik yang dapat di daur ulang, dan hasil dari daur ulang memiliki kualitas yang rendah sehingga metode ini dirasa tidak efektif.

Selama ini sumber bahan bakar yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari berasal dari fosil. Seperti yang kita ketahui sumber bahan bakar yang berasal dari fosil jika di gunakan terus menerus jumlahnya akan smakin menipis. Sebenarnya limbah plastik berpotensi memiliki nilai ekonomis yang tinggi jika diolah dengan cara yang tepat, limbah plastik dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif.

Seperti yang kita ketahui, limbah plastik menjadi ancaman yang serius untuk lingkungan tempat tinggal kita, maka penulis membuat alat untuk mendaur ulang sampah plastik dengan metode Pirolisis yang menghasilkan minyak bahan bakar alternative. Proses pirolisis adalah teknik pembakaran sampah tanpa O<sub>2</sub> dan dilakukan pada suhu 200<sup>0</sup>C sampai 500<sup>0</sup>C. Proses ini dapat di katakana sebagai metode ramah lingkungan, karena proses akhir dari metode ini adalah minyak setara bahan bakar yang berasal dari fosil.

Sehingga hasil pirolisis yang berupa minyak tersebut akan digunakan untuk menghidupkan generator, dengan catatan harus masih menggunakan perbandingan antara bahan bakar premium dengan bahan bakar hasil proses pyrolisis plastik PP dan LDPE tersebut. Strategi yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah bagaimana menghasilkan energy terbarukan, bersumber dari limbah yang berupa sampah plastik, yang diolah menjadi minyak.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 PYROLISIS

Pyrolysis adalah dekomposisi termokimia bahan organik melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau pereaksi kimia lainnya, di mana material mentah akan mengalami

pemecahan struktur kimia menjadi fase gas. Bahan baku berasal dari limbah sampah plastic. Penelitian ini menggunakan plastik PP dan LDPE.

PP (Polypropylene) adalah jenis plastik yang biasa digunakan untuk packing/pembungkus makanan kering/snack, sedotan plastik, kantong obat, penutup, cup plastik, tas, botol, dll, yang dipotong potong berbentuk cacahan. Dicuci bersih kemudian dikeringkan. Hasil pyrolysis adalah minyak setara bensin, gas, dan arang. Untuk mengetahui kualitas minyak hasil pirolisis, maka diperlukan berbagai macam pengujian diantaranya uji nilai kalor, uji viskositas, dan density. Minyak tersebut digunakan untuk bahan bakar generator untuk menghasilkan listrik.

LDPE (*low density polyethylene*) adalah termoplastik yang terbuat dari minyak bumi. LDPE dapat didaur ulang, LDPE dicirikan dengan densitas antara 0.910 - 0.940 g/cm<sup>3</sup> dan tidak reaktif pada temperatur kamar, kecuali oleh oksidator kuat dan beberapa jenis pelarut dapat menyebabkan kerusakan. LDPE dapat bertahan pada temperatur 90 °C dalam waktu yang tidak terlalu lama.

## 2.2 Plastik

Plastik adalah bahan sintesis yang berasal dari minyak mineral, gas alam, atau dibuat dari bahan asal batu bara, batu kapur, udara, air dan juga dari binatang dan tumbuh-tumbuhan. Sifat-sifat plastik pada umumnya adalah sebagai berikut :

- 1) Tahan korosi oleh atmosfer ataupun beberapa zat kimia.
- 2) Berat jenisnya cukup rendah, sebagian mengapung dalam air, tetapi umumnya lebih berat.
- 3) Beberapa cukup ulet dan kuat, tetapi kekuatannya di bawah logam. Akan tetapi karena berat jenis plastik lebih rendah, didapatkan perbandingan yang menarik antara kekuatan dan berat.
- 4) Kebanyakan bahan termoplastik mulsi melunak pada suhu yang sangat rendah, sedikit mempunyai wujud yang menarik dan dapat diberi warna, ada juga yang transparan (tanpa warna) (Amanto dan Daryanto, 2006)

Plastik merupakan salah satu jenis makromolekul yang dibentuk dengan 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. Plastik dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *thermoplastic* dan *thermosetting*. *Thermoplastic* adalah bahan plastik yang jika dipanaskan sampai temperatur tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan *thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan.

Pengetahuan sifat thermal dari berbagai jenis plastik sangat penting dalam proses pembuatan dan daur ulang plastik. Sifat-sifat thermal yang penting adalah titik lebur (T<sub>m</sub>), temperatur transisi (T<sub>g</sub>) dan temperatur dekomposisi. Temperatur transisi adalah temperatur di mana plastik mengalami perenggaan struktur sehingga terjadi perubahan dari kondisi kaku menjadi lebih fleksibel. Di atas titik lebur, plastik mengalami pembesaran volume sehingga molekul bergerak lebih bebas yang ditandai dengan peningkatan kelenturannya. Temperatur lebur adalah temperatur di mana plastik mulai melunak dan berubah menjadi cair. Temperatur dekomposisi merupakan batasan dari proses pencairan. Jika suhu dinaikkan di atas temperatur lebur, plastic akan mudah mengalir dan struktur akan mengalami dekomposisi. Dekomposisi terjadi karena energi thermal melampaui energi yang mengikat rantai molekul (Budiyantoro, 2010)

## 2.3 ALAT DAN URUTAN PENGUJIAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah sebagai berikut: Plastik yang digunakan berjenis PP dan LDPE (*Low density Polyethylene*). Reaktor pirolisis adalah tempat dimana terjadinya proses *pirolisis* sampah plastik PP dan LDPE . Proses *pirolisis* terjadi dengan bantuan pemanas oleh gas LPG. Alat yang digunakan dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Reaktor berbentuk tabung diameter 40 cm dan tinggi total 60 cm, pendinginan gas menggunakan air yang dilewatkan dalam pipa. Energy panas berasal dari burner berbahan bakar minyak. Temperatur reactor 300°C, 350°C dan 400°C . Alat ukur panas menggunakan thermoreader dan *thermocouple*. Selang minyak pirolisis ini berfungsi untuk mengalirkan gas hasil *pyrolysis* menuju mesin pendingin untuk dikondensasikan dan untuk menghubungkan sambungan antara unit pendingin dengan tempat minyak pirolisis. Pendinginan secara bertingkat, pendinginan menggunakan air yang mengalir. Pemasangan siklon untuk menjebak partikel-partikel pengotor sehingga diharapkan minyak hasil menjadi bersih dari partikel – partikel pengotor.

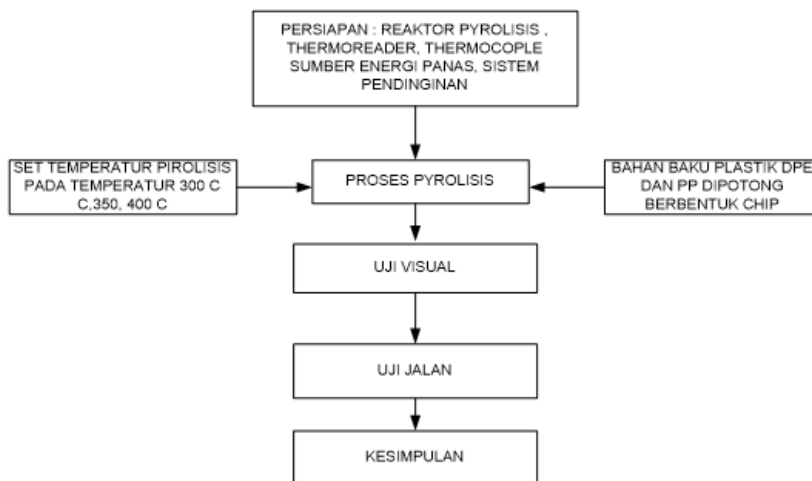


**Gambar 1. Reaktor Pyrolysis**

Pendingin ini menggunakan pipa yang terbuat dari tembaga yang dibentuk spiral ke bawah dan dimasukkan ke sebuah tong plastik yang berisi air yang dimodifikasi sedemikian rupa dengan lubang masukan dan lubang keluaran sebagai jalur gas yang ingin dikondensasikan. Setelah dikondensasikan maka gas akan berubah menjadi cairan yang ditampung didalam botol penampung. Pompa air berfungsi mensirkulasikan air dari bak penampung air menuju ke unit pendingin agar air yang terdapat didalam unit pendingin suhunya konstant.

#### **2.4 Diagram Alir Penelitian**

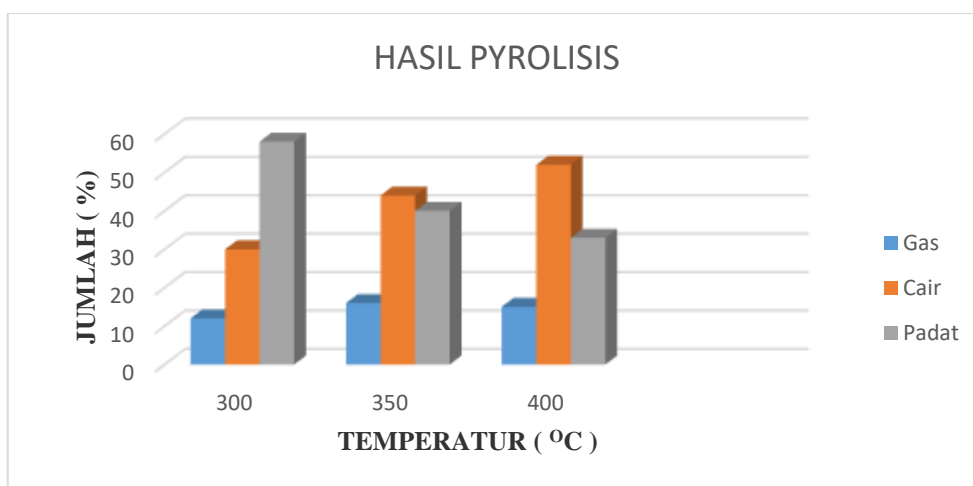
Diagram alir penelitian ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses *pyrolysis* menggunakan pemanas dari luar, bahan bakar LPG . Temperatur reaktor 300 °C, 350°C, dan 400°C dengan toleransi kurang lebih 15 °C. Hasil pengujian mengenai minyak *pyrolysis* didapat data sebagai berikut :



Gambar 3. Hasil pyrolysis plastic jenis PP

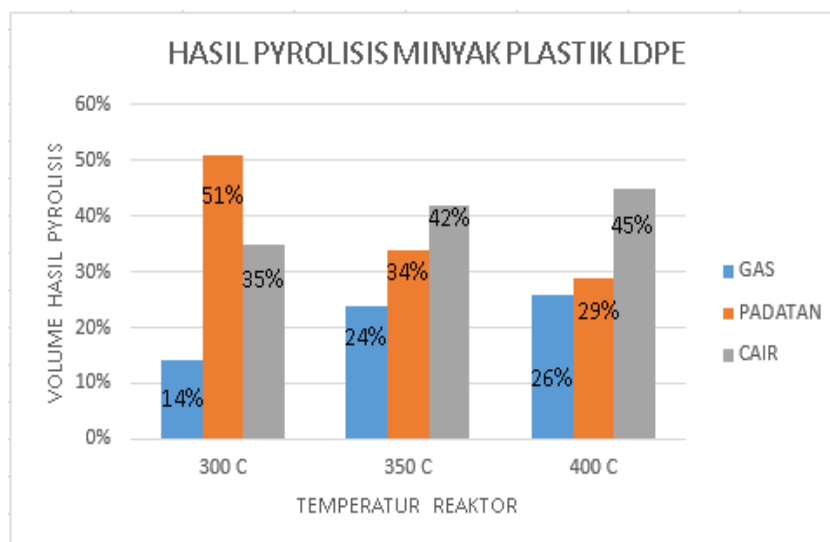
Produksi minyak Plastik PP dengan cara pirolisis, temperatur reaktor 300<sup>0</sup> C, 350<sup>0</sup> C, 400<sup>0</sup> C, didapatkan hasil sebagai berikut : hasil pyrolysis plastic PP didapat jumlah minyak yang diperoleh pada temperature reactor 300°C paling sedikit berwarna bening jumlah sisa padatan lebih banyak dibandingkan pada temperature reactor 400 °C jumlah minyak lebih banyak warna minyak keruh jumlah sisa padatan lebih sedikit Hasil pengujian lab mengenai minyak *pyrolysis* didapat data sebagai berikut :

Arif SN (2018) *Pyrolysis* pada suhu rendah plastik PP akan menghasilkan minyak sedikit. Plastik PP memiliki struktur ikatan kristal teratur, lebih sulit terdekomposisi jika dibandingkan dengan plastik LDPE yang memiliki struktur rantai yang panjang dan bercabang. Hasil pengujian didapat bahwa pada suhu 400°C jumlah minyak, gas, dan padatan yang dihasilkan berturut-turut sebesar 52%, , 15% dan 33 %. Minyak yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan temperature reactor 200 °C. Hasil pada suhu 200°C jumlah minyak, gas, dan padatan yang dihasilkan berturut-turut sebesar 30%, 10%, dan 60 %.

Semakin tinggi suhu reaktor dihasilkan minyak *pyrolysis* dengan kekentalan yang lebih tinggi, kekentalan minyak pyrolysis temperature reaktor 400°C yaitu sebesar 3,4 mm<sup>2</sup>/s. Warna

minyak hasil pyrolysis temperature 400 °C lebih keruh dibandingkan temperature 300°C dan 350 °C.

Setelah dilakukan proses pirolisis pada Plastik LDPE pada suhu reaktor 300<sup>0</sup> C, 350<sup>0</sup> C, 400<sup>0</sup> C, maka didapatkan hasil sebagai berikut : hasil pyrolysis plastik LDPE didapat jumlah minyak yang diperoleh pada temperature reactor 300°C paling sedikit berwarna bening jumlah sisa padatan lebih banyak dibandingkan pada temperature reactor 400 °C jumlah minyak lebih banyak warna minyak keruh jumlah sisa padatan lebih sedikit. AS Nugroho (2018) Plastik jenis LDPE menghasilkan minyak dengan jumlah di temperature 400°C -425 °C.



**Gambar 3. Hasil pyrolysis minyak plastic LDPE**

Hasil pyrolysis jenis plastik LDPE, pada temperature 300°C menghasilkan padatan 51 % cairan sebesar 35% dan sisanya gas berjumlah 14%. temperature 350°C menghasilkan padatan 34% cairan sebesar 42% dan sisanya gas berjumlah 24%. temperature 400°C menghasilkan padatan 29% cairan sebesar 45 % dan sisanya gas berjumlah 26 %.

#### 4. KESIMPULAN

*Pyrolysis* pada suhu rendah plastik PP akan menghasilkan minyak sedikit. Plastik PP memiliki struktur ikatan kristal teratur, lebih sulit terdekomposisi jika dibandingkan dengan plastik PE yang memiliki struktur rantai yang panjang dan bercabang. Hasil pengujian didapat bahwa pada suhu 400°C jumlah minyak, gas, dan padatan yang dihasilkan berturut-turut sebesar 52%, 15% dan 33 %. Minyak yang dihasilkan lebih banyak dibandingkan dengan temperature reactor 200 °C. Hasil pada suhu 200°C jumlah minyak, gas, dan padatan yang dihasilkan berturut-turut sebesar 30%, 10%, dan 60 %.

Plastik LDPE didapat jumlah minyak yang diperoleh pada temperature reactor 300°C paling sedikit berwarna bening jumlah sisa padatan lebih banyak dibandingkan pada temperature reactor 400 °C jumlah minyak lebih banyak warna minyak keruh jumlah sisa padatan lebih sedikit.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Simlitabmas Ristek dikti pembiayaan 2018 melalui skim penelitian Dosen Pemula.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adachi, K., Kato, K., and Chen, N., (1997), Wear Map of Ceramics, *Wear*, 203, pp. 291–301.  
 Anonimus. *Renewable Energy*. www.guardian.co.uk. Diakses: 28 Juni 2012, jam 13.30.  
 AS Nugroho, Rahmad, M Chamim, 2018, Plastic waste an alternative energy . AIP Conference Proceeding. 060010

- Arif Setyo Nugroho, Rahmad, 2018 Pemanfaatan Limbah Plastik Sebagai Energy Alternatif, *Jurnal Simetris*, 55-60
- Blau, P.J., (2009), *Friction Science and Technology: From Concepts to Applications*, 2<sup>nd</sup> Ed., CRC Press, New York, pp. 183-219.
- Budiyantoro, C., 2010, Thermoplastik dalam Industri, Teknik Media, Surakarta
- Hovmand, S., (1995), Fluidized Bed Drying, in Mujumdar, A.S. (Ed.). *Handbook of Industrial Drying*, 2<sup>nd</sup> Ed., Marcel Dekker, New York, pp. 195-248.
- Hsu, S.M. and Shen, M.C., (2005), Wear Mapping of Materials, in Stachowiak, G.W. (Ed.). *Wear - Materials, Mechanisms and Practice*, John Wiley & Sons, London, pp. 369-423.
- Pasaribu, H.R., (2005), Friction and Wear of Zirconia and Alumina Ceramics Doped with CuO, *PhD Thesis*, University of Twente, Enschede, Netherlands.
- Primack, H.S., (1983), Method of Stabilizing Polyvalent Metal Solutions, *U.S. Patent No. 4,373,104*