

KONVERSI LIMBAH PLASTIK POLIETILEN MENJADI BAHAN BAKAR DENGAN METODE PIROLISIS

Prabuditya Bhisma Wisnu Wardhana¹, Harwin Saptoadi²

¹Jurusan Teknik Mesin Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

²Jurusan Teknik Mesin dan Industri Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
prabuditya.bww@akprind.ac.id

ABSTRACT

Production and consumption of plastics are increasing every year. The phenomenon possibly occurs because plastics has many advantages than other materials, both from the nature of the material itself and its economical nature. The waste plastic could not be decomposed by environment, so it needs a special treatment for its processing. The purpose of this study was to change polyethylene plastic waste into fuel and to know the property of the liquid fuel itself. The study was conducted by preparing a polyethylene plasticwaste materials that have been chopped. The next step is to weigh the mass of plastic waste before it is put in into the reactor. The mass of plastic waste is then written to the data processing. After the plasticwaste or feed stock are put into the reactor, then directly the reactor is turned on. Polyethylene plastic waste pyrolysis products are then analyzed to observe the mass balance and characteristics of the liquid product produced. This analysis is expected to describe the effectiveness of the process of converting waste plastic to be useful fuel products. Pyrolysis process is at a temperature of 450°C delivers 61% of liquid fuels, gaseous fuels 27% and 12% mass-based solid fuel. The percentage value of fuel depends on the type of reactor, reactor design, temperature, quantity of nitrogen flow, and residence time used. Characteristics of liquid fuels showed that the quality of which is not much different than the biodiesel fuel as fuel comparator.

Keywords: *pyrolysis, waste, plastics, polyethylene.*

ABSTRAK

Produksi dan konsumsi plastik meningkat setiap tahunnya. Fenomena yang sangat mungkin terjadi karena sifat-sifat plastik memiliki banyak keunggulan dari bahan yang lain, baik dari sifat material itu sendiri dan sifat keekonomiannya. Limbah plastik ini tidak mudah terurai di lingkungan dan memerlukan perlakuan khusus untuk pengolahannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merubah limbah plastik polietilen menjadi bahan bakar dan mengetahui *properties* dari bahan bakar cair tersebut. Penelitian dilakukan dengan mempersiapkan bahan baku yaitu limbah plastik polietilen yang telah dicacah. Langkah selanjutnya adalah menimbang massa limbah plastik tersebut sebelum dimasukkan ke dalam reaktor. Massa limbah plastik kemudian dicatat untuk pengolahan data. Setelah limbah plastik atau *feedstock* tersebut dimasukkan ke dalam reaktor, kemudian reaktor dinyalakan. Produk pirolisis limbah plastik polietilen kemudian dianalisis untuk melihat kesetimbangan massa dan karakteristik dari produk cair yang dihasilkan. Analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran efektivitas proses konversi limbah plastik hingga menjadi produk bahan bakar yang berguna. Proses pirolisis pada temperatur 450°C menghasilkan 61% bahan bakar cair, 27% bahan bakar gas dan 12% bahan bakar padat berbasis massa. Nilai persentase bahan bakar tergantung dari jenis reaktor, desain reaktor, temperatur, jumlah aliran nitrogen, dan *residence time* yang digunakan. Karakteristik bahan bakar cair menunjukkan kualitas yang tidak jauh berbeda dibandingkan dengan bahan bakar biosolar sebagai bahan bakar pembanding.

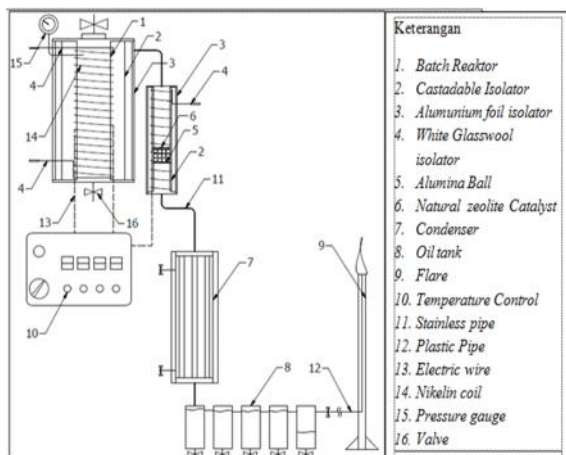
Kata kunci: pirolisis, limbah, plastik, polietilen

Pendahuluan

Terjadi peningkatan dalam produksi dan konsumsi plastik dari tahun ke tahun. Hal ini dikarenakan banyak keunggulan yang dimiliki oleh material plastik itu sendiri. Semua plastik harus dibuang setelah habis masa pakainya dan dijadikan limbah. Kebutuhan untuk mengelola limbah plastik ini menjadi barang yang lebih bermanfaat menjadi topik hangat dalam beberapa tahun terakhir. Isu ini akan menuju ke pengolahan limbah plastik dengan proses degradasi termal dan katalitik. Dimana ini adalah suatu langkah untuk merubah limbah plastik menjadi barang yang lebih bermanfaat bagi kita. Proses ini dilakukan dengan cara mengolah limbah plastik tersebut menjadi bahan bakar cair. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merubah limbah plastik polietilen menjadi bahan bakar.

Alat Dan Bahan

Diagram skematis dari alat penelitian yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 1. Alat tersebut terdiri dari reaktor untuk bahan baku (*feedstock*), reaktor untuk katalis, kondenser, dan botol penampung minyak. Reaktor bahan baku dan katalis terbuat dari stainless steel dan dililit oleh pemanas elektrik. Diameter dalam dan tinggi reaktor bahan baku adalah 250mm dan 450mm. Diameter dalam dan tinggi reaktor katalis adalah 150mm dan 350mm. Temperatur operasi pada kedua reaktor bahan baku dan katalis dikontrol oleh termokopel jenis K dan panel kontrol. Sebuah kondenser dua tabung dipasang pada jalur keluar dari reaktor katalis untuk memisahkan produk gas dan cairan. Botol penampung minyak dipasang setelah kondenser.



Gambar 1. Diagram Skematis Alat Penelitian



Gambar 2. Limbah Plastik Polietilen

Bahan baku (*feedstock*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah polietilen. Limbah plastik dipilah kemudian dimasukkan ke dalam mesin pencacah. Proses selanjutnya adalah pengeringan di bawah sinar matahari.

Metode

Penelitian dilakukan dengan menyiapkan bahan baku sampah plastik polietilen kemudian dicacah. Sistem konversi ini bekerja dengan menggunakan pemanas untuk menaikkan suhu reaktor hingga pada suhu 450°C. Proses pemanasan ini disebut proses pirolisis karena proses pemberian

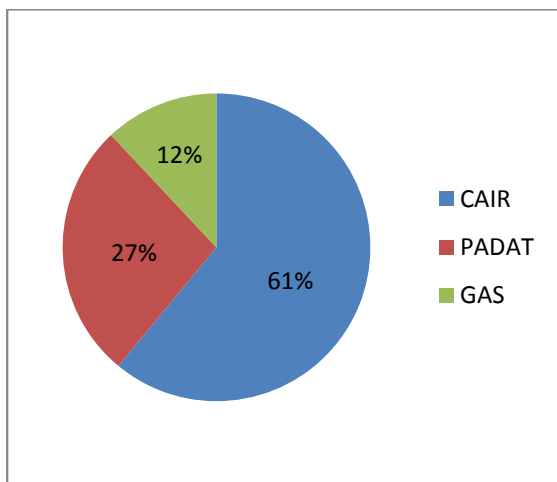
kalornya tanpa disertai oleh adanya oksigen dan murni karena adanya perpindahan panas, konduksi, konveksi dan radiasi. Produk yang dihasilkan dari proses pirolisis kemudian mengalir melalui kondensor menuju ke penampung minyak. Produk yang mengalir dalam kondensor adalah cair dan gas. Setelah gas mulai berkurang dan tidak ada lagi tetesan produk cair pada tabung penampung, proses dihentikan, selanjutnya produk cair dan padat ditimbang. Massa produk gas dapat dicari dengan cara mengurangi massa total bahan baku dengan massa produk cair dan padat. Massa minyak dari proses pirolisis kemudian

dianalisa di laboratorium untuk diuji karakteristik dan kandungan kimia yang terkandung didalamnya.

Hasil dan Pembahasan

Kesetimbangan massa proses pirolisis

Proses pirolisis pada temperatur 450°C menghasilkan 61% bahan bakar cair, 27% bahan bakar gas dan 12% bahan bakar padat berbasis massa. Nilai persentase bahan bakar tergantung dari jenis reaktor, desain reaktor, temperatur, jumlah aliran nitrogen, dan *residence time* yang digunakan. Produk pirolisis terbentuk dari dekomposisi jenis polimer tertentu. Produk tersebut, pada akhir proses tergantung dari struktur kimia polimer. Gambar 3 menunjukkan data persentase hasil pirolisis untuk produk cair, gas dan padat.



Gambar 3. Kesetimbangan massa

Hasil Analisis Karakteristik Minyak Pirolisis

Tabel 1. Karakteristik minyak pirolisis

No	Properties	Satuan	Biosolar	Pirolisis
1	Specific Gravity at 60/60°F	-	0,8445	0,8052
2	Viscosity Kinematic at 40°C	mm ² /s	4,012	2,438
3	Flash Point PM.c.c	°C	66,5	*)
4	Pour Point	°C	6	33
5	Cloud Point	°C	4,0	**)
6	Water Content	% vol	Trace	0,9
7	Ash Content	% wt	0,076	0,004

Keterangan :

- *) Pada 10°C sudah menyala
- ***) *Cloud Point* tidak dapat diamati, sampel berwarna gelap

Beberapa karakteristik yang diujikan diantaranya *specific gravity*, *viscosity kinematics*, *flash point*, *pour point*, *water content* dan *ash content*. Nilai *specific gravity* (S_g) minyak pirolisis sedikit lebih rendah dibandingkan dengan biosolar. Nilai viskositas kinematis untuk minyak pirolisis lebih rendah dibandingkan dengan biosolar. Minyak pirolisis plastik sudah dapat dinyalakan pada temperatur 10°C. Pengujian di bawah temperatur 10°C tidak bisa dilakukan karena standar alat yang digunakan hanya mengukur temperatur minimum 10°C. Titik nyala minyak pirolisis plastik masih jauh lebih rendah dibandingkan dengan temperatur nyala api bahan bakar biosolar Pertamina (66,5°C). Nilai kandungan air minyak pirolisis berkisar antara 0,9% vol. Kandungan abu (*ash content*) pada minyak pirolisis sedikit lebih rendah dibandingkan dengan biosolar. Tingginya kandungan abu dalam minyak pirolisis disebabkan oleh tingginya persentase *char* yang diproduksi dari pirolisis.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pada bab terdahulu dapat diambil beberapa kesimpulan. Metode pirolisis dapat digunakan untuk mengubah limbah plastik menjadi bahan bakar. Proses pirolisis pada temperatur 450°C menghasilkan 61% bahan bakar cair, 27% bahan bakar gas dan 12% bahan bakar padat berbasis massa. Karakteristik bahan bakar cair menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda dibandingkan dengan bahan bakar biosolar sebagai bahan bakar pembanding.

Daftar Pustaka

Bagri.R., Williams.T.P., 2002, Catalytic Pyrolysis of Polyethylene, Journal of Analytical and applied Pyrolysis, pp.29-41.

- Istadi, 2011, Teknologi Katalis untuk Konversi Energi : Fundamental dan Aplikasi, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- La Mantia.F., 2002, Handbook of Plastic Recycling, Rapra Technology Limited, Shropshire, UK.
- Mabood.F., Shah.J., Rasuljan.M., Hussain.Z., Jabeen.F., 2010, Catalytic Conversion os Waste Low Density Polyethylene into Valueable Products.
- Osuke.C.O., Ofondu, I.O., 2011, Conversion of Waste Plastics (Polyethylene) to Fuel by Means of Pyrolysis, International Journal of Advanced Engineering cience and Technologies, pp. 021-024.
- Sarker. M., Rashid. M.M., Rahman. M.S., 2012, Thermal Conversion of Polymer Waste (LDPE) into Hydrocarbon Diesel Fuel without Crackin Catalyst, pp.36-44.
- Salman.M., Rehman. R., Shafique. U., Mahmud. T., Ali. B., 2012, Comparative Thermal And Catalytic Recycling of Low Density Polyethylene Into Diesel-Like Oil Using Different Commercial Catalysts, Electronic Journal of Environmental, Agriculture and Food Chemistry, pp.96-105.
- Scheirs. John., K. Walter., 2006, Feedstock Recycling and Pyrolysis of Waste Plastics : Converting Waste Plastics into Diesel and Other Fuels, John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex, UK.
- Surdia.T.,Saito.S., 2005, Pengetahuan Bahan Teknik, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Syamsiro M., Prawisudha P., Hu W., Yoshikawa K., 2011, Co-production of Liquid and Gas Fuels from Waste Plastics, The 4th AUN/SEED-Net Regional Conference on New and Renewable Energy, pp. 104-107.
- Wang Y., Shi B., Chuai C., 2011, Pyrolysis of Plastic Waste to Fuel Oil with and without Catalyst.
- Wu H., Syamsiro. M., Cheng.S., Yoshikawa. K., 2012, Combined Pyrolysis and Catalytic Reforming of Plastic Waste Over HY-Zeolite Catalyst for Fuel Oil and Gas Production, International Conference on Applied Energy.