

Produksi Bahan Bakar Cair Hasil Pirolisis Sampah Plastik Jenis PP Dengan Variasi Panjang Lintasan

Rosanto Sigit Maulana Ramadhani^[1], Ena Marlina^[2], Margianto^[3]

^{[1], [2], [3]} Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Malang

Jalan MT. Haryono 193 Malang 65144, Indonesia

rosantosigit@gmail.com

enamarlina@unisma.ac.id

margianto@unisma.ac.id

Abstract

Pyrolysis is a process in which the thermal decomposition of polymeric materials generally takes place using temperatures between 150-800 °C depending on the type of plastic used. In this study, using a comparison of the length of the path between the length of track 1 which has a length of 60cm and track 2 which has a length of 30cm which is above the reactor tube with a time of 30 minutes and 60 minutes, so we get 2 liquid fuels with different quantities and qualities. The result of line 2 (30cm) of liquid fuel is more and has a higher flowrate than line 1 (60cm) and the results of this test also show that line 1 (60cm) produces a clearer form of liquid fuel compared to the form of liquid fuel produced on track 2 (30cm).

Keywords: pyrolysis, path length, PP waste, flowrate, distillation.

ABSTRAK

Pirolisis merupakan proses dimana dekomposisi termal pada bahan-bahan polimer yang umumnya berlangsung dengan menggunakan temperature suhu diantara 150-800°C tergantung pada jenis plastik yang digunakan. Pada penelitian ini menggunakan perbandingan panjang lintasan antara panjang lintasan 1 yang memiliki panjang 60cm dan lintasan 2 memiliki panjang 30cm yang berada diatas tabung reaktor dengan waktu 30 menit dan 60 menit, sehingga mendapat 2 bahan bakar cair dengan jumlah dan kualitas yang berbeda. Hasil bahan bakar cair lintasan 2 (30cm) lebih banyak dan memiliki *flowrate* lebih tinggi dibanding lintasan 1 (60cm) dan pada hasil pengujian ini juga diketahui lintasan 1 (60cm) menghasilkan wujud bahan bakar cair yang lebih jernih di banding wujud bahan bakar cair yang dihasilkan pada lintasan 2 (30cm).

Kata kunci: pirolisis, panjang lintasan, sampah PP, flowrate, destilasi.

PENDAHULUAN

Industrialisasi di negara berkembang mengakibatkan permintaan minyak di seluruh dunia mengalami peningkatan. Minyak bahan bakar bersumber dari bahan bakar fosil yang tidak bisa diperbarui lagi. Minyak fosil adalah minyak yang berasal dari fosil hewan yang tertimbun di tanah berjuta-juta tahun, minyak ini jika terus dieksplorasi akan habis dan tidak dapat diperbarui (Widyastuti, 2007)^[1]. Menggantungkan energi minyak fosil berdampak buruk pada lingkungan, merusak lingkungan (Ena Marlina 2016)^[2]. Cadangan bahan bakar di bumi tidak akan dapat memenuhi kebutuhan energi manusia, karena kebutuhan ini semakin meningkat setiap hari (Badday, 2014)^[3]. Krisis energi bukan satu-satunya permasalahan yang mengancam khususnya Indonesia antaralain berkembangnya jumlah penduduk yang berakibat pada semakin meningkatnya limbah rumah tangga yang dihasilkan.

Plastik merupakan bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan peralatan rumah tangga, otomotif dan sebagainya. Penggunaan plastik semakin lama semakin luas karena sifatnya kuat dan tidak mudah rusak oleh pelapukan. (Sahwan, *et al.*, 2005)^[4].

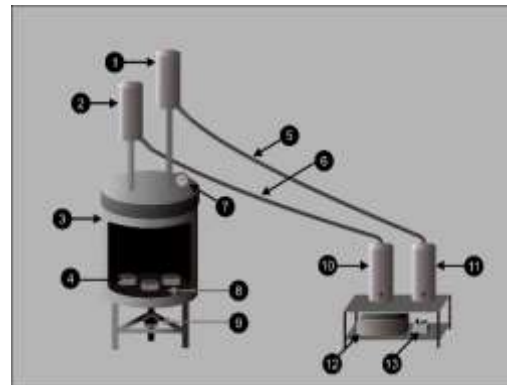
Mendaur ulang limbah sampah plastik dapat mengatasi masalah yang berlebihan, dengan cara mengubahnya menjadi barang yang lebih bermanfaat. Metode alternatif pengolahan sampah plastik yang saat ini sedang banyak diteliti dan dikembangkan adalah pirolisis, untuk mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak, yang dapat mengatasi kedua masalah tersebut. Salah satu isu penting adalah bahaya daur ulang bahan bakar minyak dan

sampah plastik sebagai salah satu bahan baku plastik (Budiyantoro, Ismanto, 2016)^[5].

Pirolisis merupakan proses dimana dekomposisi termal pada bahan-bahan polimer yang umumnya berlangsung dengan menggunakan temperature suhu diantara 400-800°C tergantung pada jenis plastik yang digunakan. Pada saat proses pirolisis tersebut, rantai panjang pada hidrokarbon akan berkurang menjadi rantai yang pendek. Selanjutnya melakukan proses pendinginan pada gas yang dihasilkan dari proses pirolisis sehingga mengalami kondensasi dan akan berubah dalam bentuk cairan. Cairan inilah yang nanti akan menjadi bahan bakar alternatif, baik berupa bensin ataupun bahan bakar pada diesel. (Syamsiro, Hadiyanto, & Mufrodi, 2016)^[6].

Penelitian ini menggunakan perbandingan panjang lintasan antara panjang lintasan 1 yang memiliki panjang 60cm dan panjang lintasan 2 memiliki panjang 30cm yang berada di atas tabung reaktor, sehingga nantinya dapat menghasilkan 2 jenis bahan bakar cair dengan hasil yang berbeda.

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Instalasi penelitian

Komponen:

1. Lintasan 1	8. Pembuangan
2. Lintasan 2	9. Kompor
3. Tabung Reaktor	10. Kondensor 2
4. Cetakan Char	11. Kondensor 1
5. Selang 1	12. Penampung Air
6. Selang 2	13. Pompa Air
7. Thermometer	

Gambar 1 menunjukkan instalasi penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi lintasan pada alat pirolisis terhadap bahan bakar cair yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan perbandingan panjang lintasan antara panjang lintasan 1 yang memiliki panjang 60cm dan panjang lintasan 2 memiliki panjang 30cm yang berada diatas tabung reaktor, Proses destilasi sampah plastik dilakukan dengan waktu yang telah di tentukan yaitu 30 dan 60 menit dan juga menggunakan media pendingin air, lalu minyak yang di hasilkan pada proses kondensasi di tampung pada gelas ukur.

Hasil destilasi sampah plastik kemudian di bandingkan untuk mengetahui jumlah dan kualitas bahan bakar cair yang dihasilkan pada lintasan 1 dan lintasan 2.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2 Hubungan waktu terhadap hasil bahan bakar.

Berdasarkan gambar 2 dapat diketahui pada proses percobaan pirolisis sampah plastik jenis PP seberat 500 gram yang diamati setiap lima menit dalam total waktu 30 menit menghasilkan bahan bakar yang variatif yaitu pada lintasan 1 panjang 60 cm: 0 ml, 0 ml, 0 ml, 12 ml, 56 ml, 67 ml, 70 ml, tetesan pertama terjadi di menit 13 sebesar 0,5 ml, flowrate rata-rata: 2,333 ml/menit dan lintasan 2 panjang 30 cm: 0 ml, 0 ml, 0 ml, 17 ml, 78 ml, 126 ml, 158 ml, tetesan pertama terjadi di menit 12 sebesar 0,5 ml, dengan flowrate rata-rata: 5,267 ml/menit.

Semakin lama waktu pembakaran maka akan semakin banyak bahan bakar cair yang dihasilkan. Hal ini berdasarkan teori uap dan evaporasi. Penambahan kalor pada zat cair akan meningkatkan volume zat cair sehingga melemahkan ikatan antar molekul zat cair dan menjadikan molekul bahan menjadi Lebih mudah. Cairan yang dilepaskan dari kelompok yang terdeteksi menguap, dan jika waktu pembakaran lebih lama akan mengandung lebih banyak uap.

Hasil pengujian diketahui hasil bahan bakar cair lintasan 2 lebih banyak dibanding lintasan 1, dikarenakan uap akan memenuhi lintasan dan tabung penampung uap yang lebih rendah terlebih dahulu sebelum menuju lintasan dan tabung penampung uap yang lebih tinggi. Semakin panjang lintasan menuju tabung uap maka bahan bakar cair yang di hasilkan akan semakin lama dan sedikit.



Gambar 3 Hubungan suhu terhadap hasil bahan bakar.

Berdasarkan gambar 3 pada proses percobaan pirolisis 30 menit, sampah plastik jenis PP seberat 500 gram. Peningkatan suhu dalam tabung reaktor berpengaruh terhadap bahan bakar yang dihasilkan. Suhu dalam tabung reaktor diamati setiap lima menit sekali dalam total waktu 30 menit yaitu 30 °C, 70 °C, 90 °C, 210 °C 215 °C, 220 °C, 225 °C. Bahan bakar yang dihasilkan pada lintasan 1 panjang 60 cm: 0 ml, 0 ml, 0 ml, 12 ml, 56 ml, 67 ml, 70 ml dan lintasan 2 panjang 30 cm: 0 ml, 0 ml, 0 ml, 17 ml, 78 ml, 126 ml, 158 ml.

Hasil pengujian diketahui pada menit 0 awal pembakaran suhu dalam tabung reaktor 30 °C, lintasan 1 dan lintasan 2 belum menghasilkan bahan bakar cair, pada menit 5 suhu dalam tabung reaktor meningkat 70 °C, pada menit 10 suhu dalam tabung 90 °C lintasan 1 dan lintasan 2 belum menghasilkan bahan bakar cair, kemudian tetesan pertama pada lintasan 2 terjadi di suhu 90 °C menit 12, disusul tetesan pertama pada lintasan 1 yang terjadi pada suhu 200 °C di menit 13, pada menit 15 dengan suhu 210°C lintasan 1 menghasilkan 12 ml dan lintasan 2 menghasilkan 17 ml, pada menit 20 sampai 30 suhu mengalami peningkatan secara drastis, suhu tertinggi berada pada 225 °C, lintasan 1 menghasilkan 70 ml dan lintasan 2 menghasilkan 158 ml.

Semakin besar suhu maka hasil bahan bakar cair yang dihasilkan akan semakin banyak hal mengikuti asas black, yang menetapkan bahwa setiap benda mengandung semacam materi yang mengalir atau *kalorik* yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, dan semua bentuk energi adalah setara atau *ekivalen*, dan ketika sejumlah energi hilang. Ketika jumlah energi besar, proses tersebut selalu diiringi dengan munculnya jumlah energi yang sama. Dalam bentuk lain, benda dengan suhu yang lebih rendah akan menyerap panas dan benda dengan suhu yang lebih tinggi akan melepaskan panas hingga suhu kedua benda tersebut akhirnya menjadi sama, dan jumlah bahan bakar cair yang dihasilkan akan sebanding dengan suhu yang digunakan



Gambar 4 Hubungan waktu terhadap hasil bahan bakar.

Berdasarkan gambar 4 dapat diketahui pada proses percobaan pirolisis sampah plastik jenis PP seberat 500 gram yang diamati setiap lima menit dalam total waktu 60 menit menghasilkan bahan bakar yang variatif yaitu pada lintasan 1 panjang 60 cm: 0 ml, 0 ml, 0 ml, 0,5 ml, 8 ml, 17 ml, 20 ml, 23 ml, 23 ml, 24 ml, 24,5 ml, 25 ml, 26 ml, dengan *flowrate* rata-rata 0,433 ml/menit dan lintasan 2 panjang 30 cm: 0 ml, 0 ml, 0 ml, 16 ml, 75 ml, 129 ml, 157 ml, 165 ml, 171

ml, 186 ml, 197 ml, 205 ml, 212 ml, dengan *flowrate* rata-rata: 3,533 ml/menit.

Semakin lama waktu pembakaran maka akan semakin banyak uap yang dikandungnya, sehingga produksi bahan bakar cair yang dihasilkan akan dipengaruhi oleh lamanya proses pembakaran yang bergantung pada prinsip penguapan.



Gambar 5 Hubungan suhu terhadap hasil bahan bakar.

Berdasarkan gambar 5 pada proses percobaan pirolisis 60 menit, sampah PP seberat 500 gram. Peningkatan suhu dalam tabung reaktor berpengaruh terhadap bahan bakar yang dihasilkan. Sesuai dengan asas black, semakin tinggi suhu dalam tabung reaktor, semakin banyak bahan bakar yang dihasilkan. Suhu dalam tabung reaktor diamati setiap lima menit sekali dalam total waktu 60 menit yaitu 30 °C, 58 °C, 85 °C, 175 °C, 190 °C, 205 °C, 200 °C, 200 °C, 205 °C, 210 °C, 220 °C, 225 °C, 225 °C. Bahan bakar yang dihasilkan pada lintasan 1 panjang 60 cm: 0 ml, 0 ml, 0 ml, 0,5 ml, 8 ml, 17 ml, 20 ml, 23 ml, 23 ml, 24 ml, 24,5 ml, 25 ml, 26 ml, dan lintasan 2 panjang 30 cm: 0 ml, 0 ml, 0 ml, 16 ml, 75 ml, 129 ml, 157 ml, 165 ml, 171 ml, 186 ml, 197 ml, 205 ml, 212 ml.

Terlihat dari gambar 5 menit 0 awal pembakaran suhu dalam tabung reaktor 30 °C, lintasan 1 dan lintasan 2 belum menghasilkan bahan bakar

cair, pada menit 5 suhu dalam tabung reaktor meningkat menjadi 58 °C, pada menit 10 suhu dalam tabung 85 °C lintasan 1 dan lintasan 2 belum menghasilkan bahan bakar cair, kemudian tetesan pertama pada lintasan 2 terjadi di suhu 150 °C menit 12.58, disusul tetesan pertama pada lintasan 1 yang terjadi pada suhu 175 °C di menit 14.45, pada menit 15 dengan suhu 175 °C lintasan 1 masih tetap menghasilkan 0,5 ml dan lintasan 2 menghasilkan 16 ml, pada menit 20 sampai 30 lintasan 1 menghasilkan 20 ml dan lintasan 2 menghasilkan 157 ml dengan suhu sebesar 200 °C, pada menit 30 sampai 60 lintasan 1 menghasilkan 26 ml dan lintasan 2 menghasilkan 212 ml dengan suhu tertinggi 225 °C.



Gambar 6 hasil bahan bakar cair lintasan 1 dan lintasan 2, waktu 30 menit.

Berdasarkan gambar 6 pada hasil percobaan pirolisis sampah PP seberat 500 gram dengan waktu 30 menit terlihat ada kotoran yang tercampur pada hasil bahan bakar cair yang terproduksi, kotoran ini banyak berasal dari sablon dan pewarna yang terdapat pada plastik bahan baku pirolisis.

Terlihat dari gambar 6 lintasan 1 (60cm) menghasilkan wujud bahan bakar cair yang lebih jernih di banding wujud bahan bakar cair yang dihasilkan pada lintasan 2 (30cm), hal ini sesuai dengan teori tentang penguapan dimana uap dan endapan kotoran lebih mudah keluar melalui lintasan dan tabung uap yang rendah di banding melalui lintasan dan tabung uap yang lebih tinggi.



Gambar 7 hasil bahan bakar cair lintasan 1 dan lintasan 2, waktu 60 menit.

Berdasarkan gambar 7 pada hasil percobaan pirolisis sampah PP seberat 500 gram dengan waktu 60 menit terlihat ada kotoran yang tercampur pada hasil bahan bakar cair yang terproduksi dan kotoran ini banyak berasal dari sablon dan pewarna yang terdapat pada plastik bahan baku pirolisis.

Terlihat dari gambar 7 lintasan 1 (60cm) menghasilkan wujud bahan bakar cair yang lebih jernih di banding wujud bahan bakar cair yang dihasilkan pada lintasan 2 (30cm), dikarenakan uap dan endapan kotoran lebih mudah keluar melalui lintasan dan tabung uap yang rendah di banding melalui lintasan dan tabung

uap yang lebih tinggi, hal ini sesuai dengan teori tentang penguapan.

KESIMPULAN

1. Panjang lintasan pada alat pirolisis berpengaruh terhadap jumlah dan laju alir (*flowrate*) bahan bakar cair yang dihasilkan.
2. Panjang lintasan pada alat pirolisis berpengaruh terhadap kualitas bahan bakar cair yang di hasilkan, hal ini karena uap dan endapan kotoran lebih mudah keluar melalui lintasan dan tabung uap yang lebih rendah di banding melalui lintasan dan tabung uap yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Widyastuti, L. (2007). *Transesterification Reaction of Jatropha Seed Oil into Methyl Ester as Fuel for Diesel Oil Using Koh Catalyst*.
- [2]Ena, M. (2016). Pengaruh Variasi Larutan Elektrolit Terhadap Produksi Brown's Gas. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Islam Malang*, 17(2), 10.
- [3]Badday, A. S., Abdullah, A. Z., & Lee, K. T. (2014). *Transesterifikasi minyak Jatropha mentah dengan katalis heteropolyacid yang didukung karbon aktif dalam sistem reaktor berbantuan ultrasound*. *Renewable Energy*, 62, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2013.06.037>
- [4]Sahwan, F. L., Martono, D. H., Wahyono, S., & Wisoyodharmo, L. A. (2005). *Plastic Waste Management System in Indonesia*.

Journal of Waste Management Systems J. Tek. Ling. P3TL-BPPT, 6(1), 311–318.

[5]Budyantoro, Ismanto, S. U. dan. (2016). Jurnal Mekanika dan Sistem Termal (JMST). *Syamsiro Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal*, 1(1), 7–13.

[6]Syamsiro, M., Hadiyanto, A. N., & Mufrodi, Z. (2016). Design of Plastic Chopping Machines as Raw Materials for Communal Scale Pyrolysis Machines. *Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal (JMST)*, 1(2), 43–48.

[7]Marlina, E., Wahyudi, S., & Yuliati, L. 2013. Produksi Brown's Gas Hasil Elektrolisis H₂O dengan Katalis Natrium Bikarbonat. *Jurnal Rekayasa Mesin* , 53-58.