

## Perbandingan Bahan Bakar Minyak Hasil Dari Pengolahan Sampah Plastik Pp Dan Pe Berbasis Metode Pirolisis

Muchamad Rusdy Rizak<sup>1</sup>, Khoirul Anam<sup>2</sup>, Towijaya<sup>3</sup>  
Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Pekajangan Pekalongan  
Jl. Pahlawan No. 10 Gejlig-Kec. Kajen Kab. Pekalongan

### ABSTRAK

Bahan bakar merupakan hal yang sangat penting dalam perkembangan teknologi otomotif. Bahan bakar yang masih sangat populer digunakan saat ini adalah bahan bakar fosil. Seiring perkembangan zaman banyak peneliti yang mencari sumber bahan bakar alternatif, mengingat terbatasnya jumlah bahan bakar fosil di bumi. Salah satu alternatif yang cukup menarik perhatian adalah bahan bakar olahan plastik. Plastik yang tadinya merupakan ancaman terbesar dalam pencemaran lingkungan dapat diolah menjadi bahan bakar dengan metode pirolisis. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian bahan bakar minyak yang dihasilkan dengan jenis sampah plastik PP dan PE menjadi variabel terikatnya. Dari kedua jenis plastik, Plastik PP memiliki prosentase hasil minyak 87%, sedangkan plastik jenis PE prosentasenya 85%. Pada hasil pengujian massa jenis bahan bakar minyak hasil pirolisis berkisar 0,716-0,770 g/mL dengan massa jenis terendah adalah bensin PE dan tertinggi adalah solar PE. Untuk nilai RON yang dimiliki bensin hasil pirolisis mencapai 88,8 untuk kedua jenis plastik. Disamping itu, angka *Cetane* solar yang dihasilkan masih tergolong rendah yaitu 42,5 untuk solar PP dan 43 untuk solar PE. Hal ini menunjukkan solar yang dihasilkan dari proses pirolisis membutuhkan perlakuan tambahan seperti pemurnian timbal ataupun dicampurkan dengan biodiesel untuk meningkatkan angka *Cetane*-nya agar dapat digunakan untuk mesin diesel pada umumnya.

**Kata Kunci** : Pirolisis, Pengolahan Sampah Plastik, Polyethylene, Polypropylene, Bahan Bakar Plastik

### ABSTRACT

*Fuel is one of vital role in the expansion of automotive technology. The most popular fuel which is still used by the people is Fossil fuels. Along with the times, many researchers are looking for alternative fuel sources. Given the limited amount of fossil fuels on earth, has attracted much attention from reasearchs team to find out the alternative fuel sources. One of the interesting alternative source is fuel from processed plastic. Plastic which was once the biggest threat of pollution for the environment can be processed into the fuels by the pyrolysis method. These study were carried out to analyze the fuel oil which produced with PP and PE plastic as the dependent variable. From the two types of plastic, PP plastic has an oil yield percentage of 87%, while the percentage of PE plastic is 85%. In the test results, the density of the pyrolysis fuel oil ranged from 0.716-0.770 g/mL with the lowest density being PE gasoline and the highest being PE diesel. RON of pyrolysis gasoline reaches 88.8 for both types of plastic. In addition, the cetane number of diesel produced is still relatively low, namely 42.5 for PP diesel and 43 for PE diesel. This shows that diesel produced from the pyrolysis process requires additional treatment such as purification of lead or mixed with biodiesel to increase its cetane number so that it can be used for diesel engines in general.*

*Keywords: Pyrolysis, Plastic Waste Processing, Polyethylene, Polypropylene, Plastic Fuel*

## Latar Belakang

Bahan bakar merupakan hal yang sangat penting dalam perkembangan teknologi otomotif. Sampai sekarang, sebagian besar dari moda transportasi yang diproduksi menggunakan basis bahan bakar fosil. Mengingat bahwa bahan bakar, fosil merupakan sumber energi tidak terbarukan, terbatasnya persediaan bahan bakar fosil menjadi salah satu permasalahan utama yang menjadi perhatian bagi banyak peneliti. Berbagai macam bahan bakar alternatif yang diteliti salah satunya bahan bakar dari hasil pengolahan sampah plastik. Penggunaan bahan plastik sebagai bahan pembuatan bahan bakar alternatif ini didasarkan pada fakta bahwa sampah plastik merupakan sampah yang sulit terurai sendiri sehingga menjadi polusi yang sangat merugikan bagi lingkungan hidup. Bahkan di wilayah kabupaten Batang, dan Pekalongan Raya menurut data pembuangan sampah mencapai rata-rata 3 Liter/orang setiap harinya. Dengan jumlah penduduk mencapai lebih dari 1,9 Juta berarti mencapai 5,7 Juta liter sampah/harinya. (DPUP, 2020)

Untuk mengelola polusi plastik yang sebanyak ini dibutuhkan metode yang tepat agar dapat diolah tanpa menimbulkan masalah lingkungan yang baru. Penanganan sampah plastik yang populer selama ini adalah dengan 3R (Reuse, Reduce, Recycle). Reuse adalah memakai berulang kali barang-barang yang terbuat dari plastik. Reduce adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang-barang yang terbuat dari plastik, terutama barang-barang yang sekali pakai. Recycle adalah mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari plastik. Daur ulang dilakukan dengan mengolah kembali barang-barang yang dianggap sudah tidak mempunyai nilai ekonomis lagi melalui proses fisik maupun kimiawi atau kedua-duanya sehingga diperoleh produk yang dapat dimanfaatkan atau diperjualbelikan lagi. Masing-masing penanganan sampah tersebut di atas mempunyai kelemahan. Kelemahan dari reuse adalah barang-barang tertentu yang terbuat dari plastik, seperti kantong plastik, kalau dipakai berkali-kali lama kelamaan akan tidak layak pakai. Selain itu beberapa jenis plastik tidak baik bagi kesehatan tubuh apabila dipakai berkali-

kali. Kelemahan dari reduce adalah harus tersedianya barang pengganti plastik yang lebih murah dan lebih praktis. Sedangkan kelemahan dari recycle adalah bahwa plastik yang sudah didaur ulang untuk dijadikan barang plastik lagi akan semakin menurun kualitasnya.

Daur ulang (recycle) sampah plastik dapat dibedakan menjadi empat cara yaitu daur ulang primer, daur ulang sekunder, daur ulang tersier dan daur ulang quarter. Daur ulang primer adalah daur ulang limbah plastik menjadi produk yang memiliki kualitas yang hampir setara dengan produk aslinya. Daur ulang cara ini dapat dilakukan pada sampah plastik yang bersih, tidak terkontaminasi dengan material lain dan terdiri dari satu jenis plastik saja. Daur ulang sekunder adalah daur ulang yang menghasilkan produk yang sejenis dengan produk aslinya tetapi dengan kualitas di bawahnya. Daur ulang tersier adalah daur ulang sampah plastik menjadi bahan kimia atau menjadi bahan bakar. Daur ulang quarter adalah proses untuk mendapatkan energi yang terkandung di dalam sampah plastik. (Kumar, Panda, & Singh, 2011)

Metode pengolahan plastik yang banyak diteliti untuk dijadikan basis untuk pembuatan sumber bahan bakar plastik yaitu metode pirolisis. Pirolisis adalah proses dekomposisi suatu bahan pada suhu tinggi tanpa adanya udara atau dengan udara terbatas. Proses dekomposisi pada pirolisis ini juga sering disebut dengan devolatilisasi. Produk utama dari pirolisis yang dapat dihasilkan adalah arang (char), minyak, dan gas. Arang yang terbentuk dapat digunakan sebagai karbon aktif, sedangkan minyak yang dihasilkan dapat digunakan sebagai zat aditif atau campuran dalam bahan bakar, sedangkan gas yang terbentuk dapat dibakar secara langsung. (Nurdianto, Nugraheni, & Ivana, 2016)

Oleh karena itu, saya sebagai penulis mengambil judul penelitian “Perbandingan Bahan Bakar Minyak Hasil Dari Pengolahan Sampah Plastik Pp Dan Pe Berbasis Metode Pirolisis”.

## Metodologi Penelitian

### Variabel Penelitian

Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Polyethylene (PE) 5 kg.

2. Polypropylene (PP) 5 kg.
3. Temperatur proses 200°C.

Variabel terikat yang digunakan adalah

1. Jumlah bahan bakar minyak hasil pirolisis dalam hal ini solar, bensin, dan minyak tanah.
2. Karakteristik bahan bakar minyak hasil pirolisis dalam hal ini adalah nilai cetane solar, RON bensin, dan kalori terkandung pada minyak tanah.

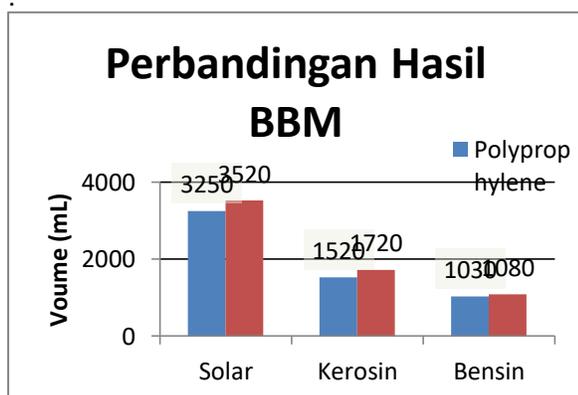
## Hasil Penelitian

### Pengukuran Volume BBM

Dari proses pirolisis yang dilakukan, menunjukkan perbedaan jumlah bahan bakar minyak yang dihasilkan dari pengolahan 5 kilogram sampah PE dan sampah PP.

Tabel .1 Volume Hasil Pirolisis

Sampel	Hasil BBM (mL)		
	Solar	Kerosin	Bensin
Polypropylene (PP)	3250	1520	1030
Polyethylene (PE)	3520	1720	1080



Gambar 1 Perbandingan Volume Hasil BBM

### Pengujian Berat Jenis

Berat jenis merupakan nilai kerapatan massa dalam satuan berat per volume. Berat jenis pada bahan bakar berperan penting dalam penilaian bahan bakar. Pada bahan bakar semakin rendah nilai berat jenisnya semakin bagus bahan bakarnya. Nilai berat jenis juga berbanding terbalik dengan nilai kalor yang terkandung dalam bahan bakar. Hal ini telah dijelaskan oleh (Fengel, 1995), menurutnya nilai kalor yang terkandung dalam bahan bakar akan berbanding terbalik dengan massa jenis/berat jenisnya. Dalam pengujian berat jenis menghasilkan data mentah berupa massa sampel setiap volume piknometer seperti yang ditulis pada Tabel.

Tabel .2 Massa Sampel Dalam Piknometer

No.	Sampel	Massa(gram)
1.	Air	11,75
2.	Kerosin PE	8,74
3.	Kerosin PP	8,75
4.	Solar PE	9,05
5.	Solar PP	9,02
6.	Bensin PE	8,42
7.	Bensin PP	8,62

Setelah itu dengan massa yang sudah diketahui, terlebih dahulu mencari volume piknometer menggunakan data massa air dan massa jenis ( $\rho$ ) air yaitu 1 gram/mL.

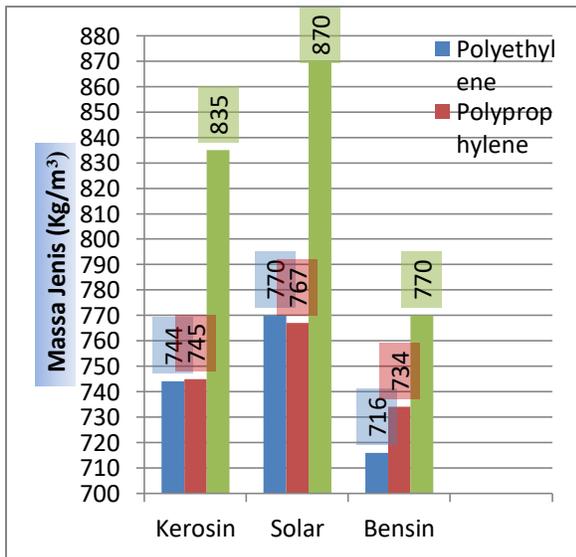
$$\rho = m/V$$

$$1 = \frac{11,75}{V}$$

$$V = \frac{11,75}{1}$$

$$V = 11,75 \text{ mL}$$

Setelah volume piknometer diketahui, selanjutnya massa jenis masing-masing sampel dapat diketahui dengan menghitung menggunakan rumus yang sama. Hasil perhitungan massa jenis setiap sampel disajikan dalam Gambar .2



Gambar 3 Berat Jenis Minyak Pirolisis

Dari hasil yang diperoleh seluruh sampel memiliki massa jenis dibawah berat jenis minyak yang dikeluarkan Dirjen Minyak dan Gas. Massa jenis yang lebih ringan ini juga menunjukkan bahwa nilai kalor yang dimiliki sampel uji lebih dari nilai kalor dari BBM yang dikeluarkan Pertamina. Hasil dari pengujian berat ini juga dapat digunakan untuk mengetahui efektifitas alat pirolisis ini dalam mengubah sampah plastik menjadi BBM

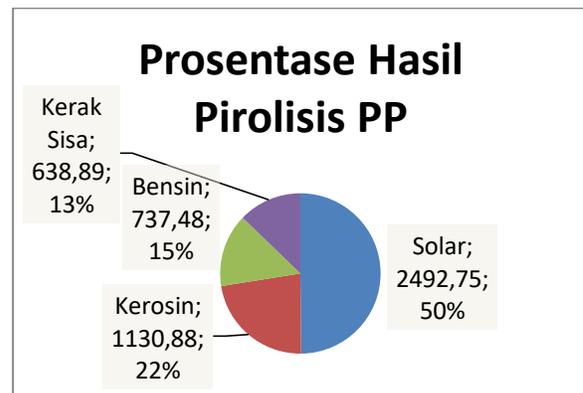
**Keseimbangan Massa Hasil Pirolisis**

Dari Volume yang diperoleh, dikonversi menjadi satuan berat dalam halini kilogram agar kita dapat mengetahui efektifitas alat pirolisis mengubah sampah plastik menjadi bahan bakar minyak.

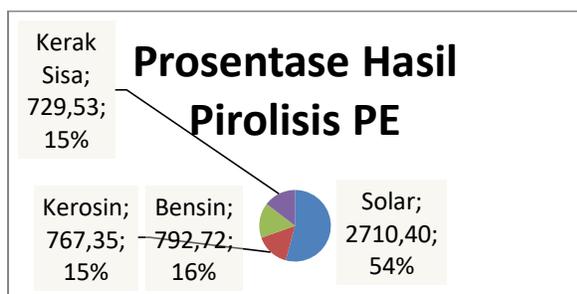
Tabel3 Konversi Volume Ke Massa

Sampel	Massa Jenis/ $\rho$ (gram/mL)	Volume (mL)	$m = \rho V$ (Gram)
Solar PP	0,767	3250	2492,75
Kerosin PP	0,744	1520	1130,88
Bensin PP	0,716	1030	737,48
Solar PE	0,770	3520	2710,4
Kerosin PE	0,745	1030	767,35
Bensin PE	0,734	1080	792,72

Dapat dilihat pada Tabel .3 bahwa dari keseimbangan massa, Massa plastik yang terproses sama dengan total massa output yang dihasilkan yaitu 5 Kg.



Gambar 3 Diagram Lingkaran Prosentase PP



Gambar 4 Diagram Lingkaran Prosentase PE

### Pembahasan Pengujian

Pada penelitian ini, dalam 5 Kg sampah plastik PP dapat menghasilkan 5800 mL bahan bakar, dengan perbandingan 3250 ml solar, 1520 ml Kerosin, dan 1030 ml bensin. Sedangkan dengan sampah plastik PE didapat 6320 mL bahan bakar, dengan perbandingan 3520 mL solar, 1720 mL kerosin, dan 1080 mL bensin. Dari data yang diambil menunjukkan bahwa plastik Polyethylene (PE) lebih banyak menghasilkan bahan bakar minyak dibandingkan plastik Polypropylene (PP). Selanjutnya pada pengujian berat jenis memperlihatkan bahwa seluruh minyak yang keluar dari pirolisis memiliki nilai berat jenis yang lebih bagus dibanding minyak komersil di Indonesia. Nilai berat jenis pada minyak hasil pirolisis ini adalah berkisar 0,716–0,770 g/mL, sedangkan pada BBM komersil berkisar 0,715–0,835 g/mL. Dengan berat jenis yang sudah diketahui, dilakukan konversi dan keseimbangan massa untuk mengetahui prosentase keefektifan proses pengolahan sampah plastik PP dan PE menggunakan alat pirolisis. Hasilnya, alat pirolisis ini dapat memproses plastik PP menjadi BBM dengan prosentase sampai 78%. Sedangkan untuk pengolahan plastik PE menjadi BBM prosentasenya sampai 85%. Sisa dari plastik yang tidak terolah menjadi BBM, berubah seperti kerak arang dan abu. Pada pengujian angka *Cetane* dapat diketahui kualitas solar yang

dihasilkan dari pirolisis ini. Hasilnya, kedua sampel solar baik yang berbahan plastik PP maupun PE memiliki angka *Cetane* yang sama-sama rendah yaitu 42,5 dan 43. Keduanya memang sangat rendah, hal ini mungkin menandakan minyak solar pada pengujian ini mungkin masih mengandung timbal yang cukup tinggi sehingga mempengaruhi angka setananya. Dengan angka setana yang masih dibawah standar, solar ini masih tidak dapat diaplikasikan secara langsung ke kendaraan atau mesin diesel. Perlu dilakukan tindakan khusus seperti pencampuran dengan biodiesel ataupun dilakukan penyaringan tambahan terhadap timbal yang terkandung untuk menaikkan angka setananya. Disamping itu, pada pengujian bilangan oktan menunjukkan hasil yang cukup tinggi. Kedua sampel bensin baik dari hasil pengolahan PP maupun PE menunjukkan bilangan angka oktan riset (RON) yang setara dengan premium yaitu 88,8. Meskipun di Indonesia bahan bakar premium sudah tidak dikomersilkan, tetapi bahan bakar ini masih dapat diaplikasikan pada beberapa mesin bensin dimasyarakat seperti alat potong rumput atau sepeda motor yang memiliki perbandingan kompresi yang cocok dengan bahan bakar Premium.

### Kesimpulan

1. Dari pengujian yang telah dilakukan, volume bahan bakar paling banyak adalah Solar baik pada saat penggunaan bahan plastik PP maupun PE. Dari pengolahan plastik PP menghasilkan solar sejumlah 3250 mL dan plastik PE menghasilkan 3520 mL. Selain itu kerosin yang dihasilkan PP 1520 mL, PE 1720 mL, Bensin PP 1030 mL dan Bensin PE 1080 mL. Berat Jenis yang dimiliki masing-masing BBM lebih rendah dibanding BBM yang dikeluarkan Pertamina. Berat jenis tertinggi ada pada BBM solar PE yang bernilai 770 Kg/m<sup>3</sup> dan terendah ada pada Bensin PE 716 Kg/m<sup>3</sup>. Disamping itu berat jenis Solar PP 767 Kg/m<sup>3</sup>, kerosin PE 744

Kg/m<sup>3</sup>, kerosin PP 745 Kg/m<sup>3</sup>, dan bensin PP 734 Kg/m<sup>3</sup>. Dari pengukuran keseimbangan massa dapat diketahui bahwa prosentase hasil BBM pirolisis paling baik adalah dari bahan plastik PP karena dari 5 kilogram plastik dapat menghasilkan BBM dengan total prosentase 87%. Dimana nilai masing-masing minyak solar 50%, bensin 15%, dan kerosin 22%. Sedangkan pada pirolisis menggunakan bahan PE hanya dapat mencapai prosentase sebesar 85% dengan rincian BBM solar 54%, bensin 16%, dan kerosin 15%.

2. Pada saat pengujian angka Cetane, menunjukkan bahwa solar hasil pirolisis ini belum bisa untuk digunakan langsung pada kendaraan karena masih dibawah standar komersil yang ditetapkan pemerintah. Pada solar PP dan solar PE masing-masing memiliki angka *Cetane* 42,5 dan 43. Oleh karena itu, agar dapat digunakan pada kendaraan atau mesin diesel perlu dilakukan proses tambahan seperti pencampuran dengan biodiesel bersetana tinggi atau mungkin dilakukan penyaringan timbal tambahan untuk solar ini. Pada pengujian RON (Angka Oktan Riset), bensin hasil pirolisis ini masih tergolong standar baik yang berbahan plastik PP maupun PE. Kedua sampel menunjukkan angka oktan yang sama yaitu 88,8. Dimana angka oktan ini masih dapat ditoleransi bagi mesin-mesin bensin yang digunakan pada masyarakat Indonesia. Dari RON yang terkandung bensin hasil pirolisis ini baik yang dari plastik PP maupun PE setara dengan bensin Pemium yang dikeluarkan oleh Pertamina.

#### Daftar Pustaka

Aktar, J., & Amin, S. N. (2012). A Review on Operating Parameters for Optimum Liquid Oil Yield in Biomass Pyrolysis. *Renewable and Sustainable Energy*, 16, 5101-5109.

DPUP. (2020). Rekapitulasi persampahan provinsi. Dipetik 06 04, 2021, dari Portal

Persampahan:

<http://ciptakarya.pu.go.id/plp/simpersampahan/baseline>

E Praputri, M. E. (2016). Pengolahan Limbah Plastik Propylene sebagai Bahan Bakar Minyak dengan proses Pirolisis-Teknologi Oleo Petro Kimia. Seminar Nasional Teknik Kimia, -.

Kumar, S., Panda, A., & Singh, R. (2011). A Review on Tertiary Recycling of High-Density Polyethylene to Fuel. 55.

Mujiarto, I. (2005). SIFAT DAN KARAKTERISTIK MATERIAL PLASTIK DAN BAHAN ADITIF. *Traksi*, 65.

Novandy, A. (2013). Korelasi Angka Oktan dan Nilai Kalor Bensin. *Forum Teknologi Vo. 3, No. 4*.

Nurdianto, P., Nugraheni, I. K., & Ivana, R. T. (2016). PENGUJIAN BAHAN BAKAR BIOFUEL HASIL PIROLISIS . *Jurnal Elemen*, 1-6.

Prihandini, G. (2017). Analisa Sifat Penguapan dan Sifat Pembakaran Pada Minyak Solar. *Syntax Literate Vol.2*, 40-49.

Putra, Muhammad A. (2021). UJI ANGKA CETANE BAHAN BAKAR DARI SAMPAH PLASTIK POLYPROPYLENE HASIL PYROLISIS TERHADAP VARIABEL SUHU DAN WAKTU. Tugas Akhir FASTIKOM UMPP.

Wikipedia. (2019, November 11). Bahan Bakar. Dipetik Juni 03, 2021, dari Wikipedia: [https://id.wikipedia.org/wiki/Bahan\\_bakar](https://id.wikipedia.org/wiki/Bahan_bakar)

Wikipedia. (2021, Februari 21). Hidrokarbon. Dipetik Juni 03, 2021, dari Wikipedia: <https://id.wikipedia.org/wiki/Hidrokarbon>

