

Pembuatan Bahan Bakar Diesel dari Limbah Plastik HDPE dengan Proses Pirolisis

(*Production of Diesel Fuel from HDPE Plastic Waste by Pyrolysis Process*)

Taufik Iskandar ¹, Sinar Perbawani Abrina Anggraini ², Melinda ³

¹ Pogram Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggadewi - Malang

ARTICLE INFO

Article history

Received : 03 February 2021

Revised : 10 Maret 2021

Accepted : 12 Maret 2021

DOI :

<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i1.2251>

Keywords :

diesel fuel; HDPE; pyrolysis

e-mail corresponding author :
taufik.iskandar@unitri.ac.id

ABSTRAK

Indonesia menduduki posisi ke dua setelah cina penghasil sampah plastik terbesar di dunia. Dimana salah satu limbah plastik tersebut adalah HDPE (*High Density Polyethylene*). Sedangkan plastik merupakan produk hasil pengolahan minyak bumi yang dapat *recycle* ke bentuk semulanya karena bahan baku pembuatan limbah plastik adalah nafta yang merupakan salah satu unsur dari minyak bumi. Salah satu solusi yang diperlukan adalah *recycle* dengan mengubah limbah plastik menjadi bahan bakar dengan proses pirolisis. Pirolisis merupakan salah satu proses terbaik dari *recycle* limbah plastik, dengan pertimbangan memahami sifat limbah plastik HDPE. Penelitian ini menggunakan alat pirolisis dengan variable suhu proses yaitu 300°C, 325°C, dan 350°C, waktu proses pirolisis yaitu 2 dan 4 jam. Dari proses pirolisis diperoleh hasil volume bahan bakar diesel yaitu pada suhu 300°C sebanyak 95 ml, suhu 325°C sebanyak 100 ml, dan suhu 350°C sebanyak 145 ml. Dari hasil analisa data optimal untuk suhu dan waktu optimum proses pirolisis limbah plastik HDPE yaitu pada suhu 325°C selama 2 jam, bahan bakar diesel yang didapat memiliki kadar abu 0,044 (b/b), dan kadar air 0,031(%vol).

PENERBIT

UNITRI PRESS

Jl. Telagawarna, Tlogomas-Malang, 65144, Telp/Fax: 0341-565500



This is an open access article under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. Any further distribution of this work must maintain attribution to the author(s) and the title of the work, journal citation and DOI. CC-BY-SA

ABSTRACT

Indonesia is in second place after China, the largest plastic waste producer in the world. Where one of the plastic wastes is HDPE (High-Density Polyethylene). Meanwhile, plastic is a product of petroleum processing that can be recycled to its original form because the raw material for making plastic waste is naphtha, which is an element of petroleum. One solution that is needed to recycle by converting plastic waste into fuel by the pyrolysis process. Pyrolysis is one of the best processes for recycling plastic waste, with consideration of understanding the nature of HDPE plastic waste. This study used a pyrolysis tool with process temperature variables, namely 300°C, 325°C, and 350°C, the pyrolysis process time was 2 and 4 hours. From the pyrolysis process, the results of the volume of diesel fuel are at a temperature of 300 °C as much as 95 ml, a temperature of 325 °C as much as 100 ml, and a temperature of 350 °C as much as 145 ml. From the results of the optimal data analysis for the optimum temperature and time of the HDPE plastic waste pyrolysis process, which is at a temperature of 325°C for 2 hours, the obtained diesel fuel has an ash content of 0.044 (w / w), and a moisture content of 0.031 (vol%).

Cara Mengutip : Iskandar, T., Anggraini, S. P. A., Melinda, M. (2021). Pembuatan Bahan Bakar Diesel dari Limbah Plastik HDPE dengan Proses Pirolisis. *Reka Buana : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 6(1), 23-29.
doi:<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v6i1.2251>

1. PENDAHULUAN

Sampah plastik HDPE merupakan salah satu pencemar lingkungan terbesar di Indonesia yang hingga saat ini masih minim solusinya [1]. Indonesia menduduki posisi ke dua setelah cina penghasil sampah plastik terbesar di dunia hal tersebut di perkuat oleh Pramianti Purwaningrum [2] yang menyatakan 14% sampah yang dihasilkan manusia merupakan plastik dan sisanya merupakan sampah organik dan sampah non organik. Peningkatan penggunaan plastik ini menyebabkan semakin meningkat juga limbahnya [3].

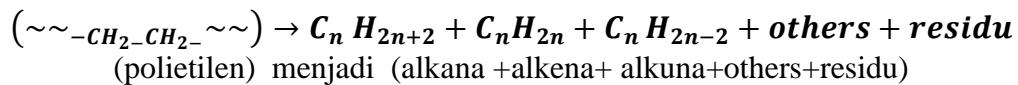
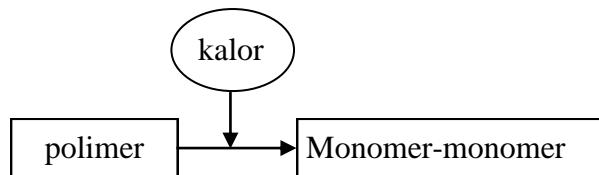
Minyak bumi merupakan salah satu kebutuhan energi manusia. Dari tahun ke tahun konsumsi minyak bumi semakin meningkat, tercatat Pada tahun 2019 kenaikan konsumsi minyak bumi meningkat sebesar 15 % dari tahun 2018 [4]. Sehingga dikeluarkan kebijakan pemerintah Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006 yang mengatur Kebijakan Energi di indonesia dimana Pemerintah telah menetapkan porsi penggunaan bahan bakar bumi pada tahun 2025 harus dapat dipangkas dari 52% menjadi kurang dari 20%.

Plastik HDPE (*high density polyethylene*) adalah polimer rantai panjang atom polietilen yang saling mengikat satu sama lain. Plastik HDPE merupakan material terbuat dari nafta yang merupakan produk turunan minyak bumi yang diperoleh melalui proses penyulingan [5]. Keunggulan plastik diantaranya adalah lebih kuat dan lebih fleksibel tidak mudah pecah mudah diberi warna mudah dibentuk serta lebih tahan terhadap panas dan listrik. dari berbagai keunggulan tersebut menyebabkan plastik sulit diurai oleh lingkungan yang menyebabkan pencemaran tingkat tinggi terhadap tanah sehingga perlu dilakukan pengolahan yang tepat. Dimana sampah plastik yang terbuat dari minyak bumi dapat diolah kembali menjadi minyak bumi. HDPE (*high density polyethylene*) dalam kehidupan sehari-hari berupa kemaan obat, botol bayi, jerigen pelumas dan plastik kosmetik [6].

Plastik dapat dikelompokan menjadi dua jenis yaitu jenis thermoplastik dan jenis thermosetting. Thermoplastik adalah jenis plastik yang tergolong kedalam plastik yang dapat di daur ulang dengan proses pemanasan yang lebih sederhana, sedangkan thermosetting dalam pengolahannya memerlukan pemanasan yang lebih kompleks dan bahkan beberapa plastik jenis ini tidak bisa diolah dengan pemansan. Beberapa jenis plastik berdasarkan penyusunnya yaitu Low Density Polyethylene (LDPE) High Density Polyethylene (HDPE), Polypropylene (PP), Polyethylene Terephthalate (PET), Polyvinyl Chloride (PVC), Polystyrene (PS) dan lainnya [7]. Komposisi sampah plastik pada umumnya yaitu 46% Polyethylene berupa plastik LDPE dan HDPE, Polypropylene 16% atau plastik PP, Polystyrene 16% (PS), Polyvinyl Chloride 7% (PVC), Polyethylene 5% Terephthalate (PET), Acrylonitrile-Butadiene-Styrene 5% (ABS) dan beberapa polimer lain. Sampah plastik yang mendominasi lebih dari 70% limbah adalah Polpropylene (PP), Polyethylene (PE), Polyvinyl Chloride (PVC), dan Polystyrene (PS) sehingga para peneliti cenderung melakukan penelitian dari limbah plastik jenis tersebut [3] [8].

Pirolysis adalah sebuah proses dekomposisi limbah plastik dengan memanfaatkan panas untuk memisahkan struktur penyusunnya sehingga dapat menghasilkan produk yang diinginkan [9]. Berdasarkan beberapa pengamatan peneliti sebelumnya proses pirolysis sejauh ini merupakan proses terbaik dalam recycle limbah plastik.

Dalam tahap pengolahan pirolysis untuk menghasilkan produk yang diinginkan perlu memahami tentang sifat thermal dari plastik yang diolah. Dimana plastik HDPE yaitu titik lebur 330°C, titik transisi -115°C, dan temperatur kerja maksimal sebesar 260°C. Terdapat beberapa hal yang berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas minyak yang dihasilkan. Faktor-faktor tersebut meliputi suhu, waktu, jenis plastik, dan penggunaan katalis dan jenis katalisnya [10]. Proses recycle ini dilakukan dengan memanfaatkan pemanasan terhadap limbah plastik. Pada prosesnya juga menghindari proses pembakaran langsung agar tidak menghasilkan senyawa yang berbahaya bagi lingkungan, seperti polichlor dibenzodioxins dan policloro dibenzo-furans. Agar kandungan yang terdapat dalam plastik tidak berbahaya bagi lingkungan perlu dilakukan pemanasan dengan non udara [11]. Reaksi thermal plastik HDPE:



a. Bahan Bakar Diesel

Bahan bakar diesel merupakan salah satu hasil minyak bumi yang dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari, dimana untuk menghasilkan minyak bumi dilakukan pengolahan minyak mentah dengan cara penyulingan dan lain sebagainya [7].

Bahan bakar diesel merupakan hasil proses penyulingan pada temperatur 200-340 °C. sifat utama bahan bakar diesel yaitu, tidak mudah menguap, berbau menyengat, berwarna mirip seperti minyak tanah dan Mempunyai titik nyala tinggi (40-100°C), akan terbakar pada suhu 350 °C, berat jenis bahan bakar diesel yaitu 0,82-0,86, panas yang dihasilkan besar yaitu sekitar 10.500 kcal/kg, kandungan sulfur dalam bahan bakar diesel lebih besar dari bensin, memiliki rantai hidrokarbon C₁₄-C₁₈.

Tabel 1. Standar mutu bahan bakar diesel

Sifat	Jenis minyak diesel		
	Mesin putaran tinggi	Mesin industri	Mesin kapasitas sedang kebawah
Angka setane	≥ 40	≥ 40	≥ 30
Titik didih (°C)	288	282-338	-
Viskositas (pada 38 mm ² /s)	1.4-2.5	2.0-4.3	5.8-26.4
Titik nyala (°C)	≥ 38	≥ 52	≥ 55
Kadar sulfur (%berat)	≥ 0.5	≥ 0.5	≥ 2.0
Kadar air dan endapan (%volume)	≥ 0.05	≥ 0.05	≥ 0.5

Kadar abu (%berat)	≥ 0.01	≥ 0.01	≥ 0.1
Ramsboton residu karbon dalam 10% residu destilasi (%massa)	≥ 0.15	≥ 0.35	-

Karakteristik bahan bakar diesel meliputi: volatilitas, titik nyala, viskositas, kadar sulfur, kadar air, kadar abu, Kadar Residu Karbon, titik tuang, kadar karbon, kadar hidrogen, kadar setana, nilai kalor, massa jenis [6].

b. Hal-hal yang mempengaruhi proses pembuatan bahan bakar diesel

Kualitas dan kuantitas minyak bumi yang dihasilkan dipengaruhi oleh faktor-faktor antara lain suhu, waktu, jenis plastik, dan penggunaan katalis dan jenis katalisnya.

c. Analisa hasil

Analisa kadar air perlu dilakukan untuk mengetahui jumlah kandungan air dari bahan bakar dimana kandungan air sangat berdampak pada kualitas minyak, karena kandungan air didalamnya dapat mempengaruhi nilai kalor dan laju pembakaran. Untuk mengetahui kadar air dari suatu bahan bakar dapat dilakukan pengeringan dengan oven listrik. Analisa kadar abu juga merupakan salah satu analisa utama bahan bakar dimana analisa ini bertujuan untuk mengetahui berapa kadar abu yang terdapat di dalam bahan bakar sehingga dapat menentukan apakah bahan bakar tersebut memenuhi standar, Kadar abu merupakan kandungan yang dapat menyebabkan penyumbatan saat pemakaian bahan bakar.

2. METODE PENELITIAN

Proses pirolisis untuk pembuatan bahan bakar diesel dilakukan di laboratorium Bioenergi Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tribhuwana Tunggadewi Malang. Variabel penelitian meliputi variabel tetap yang terdiri dari bahan baku limbah plastik HDPE dan berat bahan bakunya yaitu 1 kg. Variabel berubah meliputi suhu pirolisis yaitu 300°C, 325°C, 350 °C, dan waktu pirolisis selama 2 dan 4 jam. Alat penelitian yaitu alat pirolisis dan bahan penelitian yang digunakan yaitu limbah plastik HDPE.

Prosedur penelitian

Limbah plastik HDPE dilakukan pencucian, kemudian dikeringkan dengan dijemur, setelah itu dilakukan pencacahan, Limbah plastik yang telah dicacah dimasukan ke dalam reaktor pirolisis dan suhu yang diaplikasikan yaitu 300, 325,350 (°C).dengan waktu 2 dan 4 (jam). Kemudian uap hasil pembakaran masuk ke dalam kondensor untuk merubah fase gas ke cair sehingga diperoleh bahan bakar diesel.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

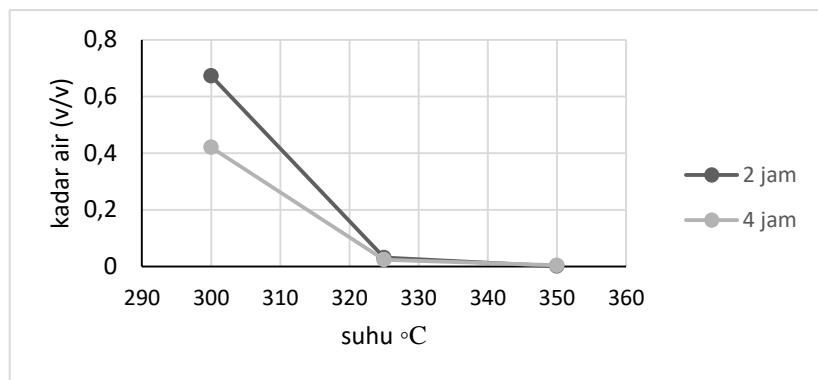
Adapun dari 1 kg limbah plastik setelah dikonversikan ke volume (ml) sama dengan 1145 ml bahan bakar diesel.

Tabel 2. Volume bahan bakar dan limbah yang dihasilkan

No	Suhu (°C)	Waktu (jam)	Volume bahan bakar (ml/kg)	Volume limbah yang tidak terkonversi (ml/kg)
1	300	2	40	1055
		4	45	
2	325	2	40	1035
		4	60	
3	350	2	105	895
		4	140	

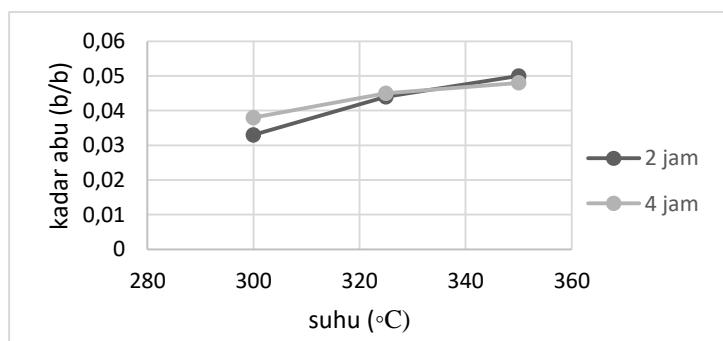
Adapun pengecekan kualitas bahan bakar diesel dari variabel suhu dan waktu yang telah ditentukan sebagai berikut:

a. Data Kadar Air

**Gambar 1. Grafik kadar air**

Berdasarkan gambar 1 diatas menunjukkan semakin tinggi suhu pirolisis dan semakin lama waktu pirolisis maka dalam bahan bakar kadar airnya akan semakin rendah karena semakin tinggi suhu dan waktu proses pirolisis, maka air yang akan menguap akan semakin tinggi, kadar air terendah, Pada suhu pirolisis 350°C dan waktu pirolisis selama 4 jam menghasilkan kadar air sebesar 0,004(v/v) dimana hasil ini sudah memenuhi SNI yaitu sebesar 0,05 (v/v) sedangkan kadar air tertinggi yaitu pada suhu 300°C dengan waktu pirolisis 2 jam sebesar 0,672 (v/v).

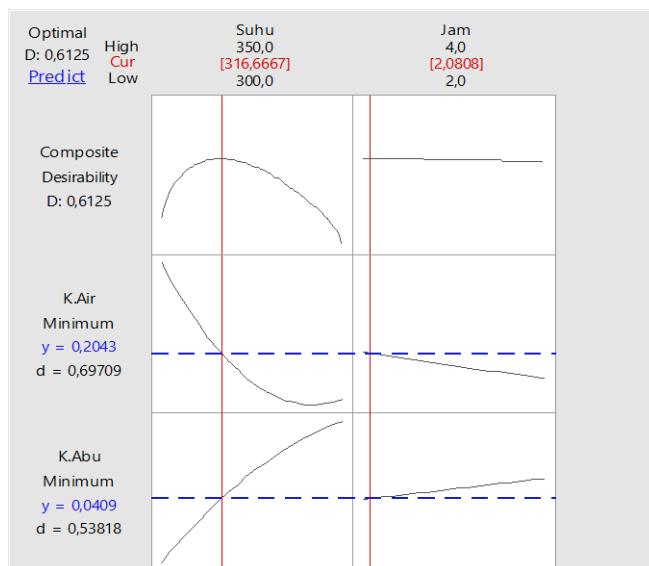
b. Kadar Abu Bahan Bakar Diesel

**Gambar 2. Grafik kadar abu**

Berdasarkan gambar 2 diatas dapat disimpulkan bahwa suhu dan waktu pembakaran yang tepat diterapkan dalam proses pirolisis yaitu pada suhu yang rendah serta waktu pirolisis yang menghasilkan kadar abu terendah adalah waktu pirolisis yang lebih singkat hal ini karena suhu pembakaran yang terlalu tinggi dan waktu pembakaran yang lebih lama akan menyebabkan bahan bakar menerima panas yang tinggi dalam waktu yang lama sehingga mempengaruhi kadar abu yang dihasilkan dalam proses pembakaran yang menyebabkan kadar abu ikut terkondensasi ke dalam bahan bakar. Pada suhu 350°C dan 4 jam waktu yang diaplikasikan menghasilkan kadar abu sebesar 0,048 (b/b) dan kadar abu terendah yaitu pada suhu 300 °C dan waktu pirolisis selama 2 jam 0,162 (b/b).

c. Titik Optimal Dari Variabel Penelitian

Untuk mengetahui suhu dan waktu optimal dari proses pirolisis limbah plastik HDPE diperlukan analisa hasil dari berbagai variabel proses terhadap analisa hasil menggunakan minitab sbb:



Gambar 3. Grafik nilai optimal

Setelah dianalisa SPSS dengan membandingkan hasil kadar air dan kadar abu diperoleh bahwa nilai optimal yang dihasilkan adalah pada suhu 325 °C selama 2 jam dengan nilai maksimum 0,044 (b/b), dan kadar air 0,031 (v/v).

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa data optimal untuk suhu dan optimum proses pirolisis limbah plastik HDPE yaitu pada suhu 325 °C selama 2 jam. Dari suhu dan waktu terbaik proses pengolahan limbah plastik HDPE menjadi bahan bakar diesel yaitu pada suhu 325 °C selama 2 jam diperoleh kadar abu 0,044 (b/b), dan kadar air 0,031 (v/v). Dari analisa titik optimal proses pirolisis limbah plastik HDPE, suhu dan waktu pirolisis adalah 325 °C dan waktu 2 jam.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Jambeck Jenna R *et al.*, “Plastic waste inputs from land into the ocean,” *Science* (80-.), 2015.
- [2] P. Purwaningrum, “UPAYA MENGURANGI TIMBULAN SAMPAH PLASTIK DI LINGKUNGAN,” *Indones. J. URBAN Environ. Technol.*, 2016.
- [3] U. B. Surono and I. Ismanto, “Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya,” *J. Mek. Dan Sist. Termal*, vol. 1, no. 1, pp. 32–37, 2016.
- [4] M. Syamsiro *et al.*, “Fuel oil production from municipal plastic wastes in sequential pyrolysis and catalytic reforming reactors,” in *Energy Procedia*, 2014.
- [5] N. Hidayah and Syafrudin, “A Review on Landfill Management in the Utilization of Plastic Waste as an Alternative Fuel,” in *E3S Web of Conferences*, 2018.
- [6] E. Kurniawan and Nasrun, “Karakterisasi Bahan Bakar dari Sampah Plastik Jenis High Density Polyethelene (HDPE) Dan Low Density Polyethelene (LDPE),” *J. Teknol. Kim. Unimal*, 2017.
- [7] R. Prihandana, R. Hendroko, and M. Nuramin, *Menghasilkan Biodiesel Murah, Mengatasi Polusi & Kelangkaan BBM*. Jakarta: AgroMedia Pustaka, 2006.
- [8] T. Landi and A. Arijanto, “PERANCANGAN DAN UJI ALAT PENGOLAH SAMPAH PLASTIK JENIS LDPE (LOW DENSITY POLYETHYLENE) MENJADI BAHAN BAKAR ALTERNATIF,” *J. Tek. Mesin Undip*, 2017.
- [9] J. M. Marchetti and A. F. Errazu, “Comparison of different heterogeneous catalysts and different alcohols for the esterification reaction of oleic acid,” *Fuel*, 2008.
- [10] J. Wahyudi, H. T. Prayitno, and A. D. Astuti, “PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BAHAN BAKAR ALTERNATIF,” *J. Litbang Media Inf. Penelitian, Pengemb. dan IPTEK*, 2018.
- [11] G. L. Sari, “KAJIAN POTENSI PEMANFAATAN SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR CAIR,” *Al-Ard J. Tek. Lingkung.*, 2018.