



e-ISSN Number
2655 2967

Available online at <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>

Journal of Chemical Process Engineering

Volume 7 Nomor 2 (2022)



SINTA Accreditation Number
10/E/KPT/2019

Pirolisis Katalitik Minyak Pelumas Bekas Menjadi Bahan Bakar Cair Menggunakan Zeolit Alam

(Catalytic Pyrolysis Of Used Lubricant Oil Into Liquid Fuel Using Natural Zeolite)

Reno Fitriyanti, Muhrinsyah Fatimura^{*}, Rully Masriatini

Program Studi Teknik Kimia Universitas PGRI Palembang, Jl. Jend. Ahmad Yani Kelurahan 9/10 Ulu, 30251 Palembang

Inti Sari

Minyak pelumas bekas merupakan limbah yang dihasilkan kendaraan bermotor yang jumlah buangnya sangat besar terutama di kota besar. Apabila terpapar akan membahayakan dan menyebabkan masalah dalam lingkungan. Berbagai metode pengolahan minyak pelumas bekas seperti acid-clay, *Distilasi Thin Film Evaporation-Hydrofinishing* dan Pirolisis. Penelitian dilakukan untuk mengetahui konversi minyak pelumas bekas menjadi minyak serta mengetahui karakteristik produk cair yang dihasilkan. Minyak pelumas dipanaskan melalui metode pirolisis hingga mencapai suhu 250°C dengan banyak umpan 125 ml dengan variasi ratio (w/w) antara umpan dan zeolit alam 1:0, 1:0.25, 1:0.5, 1:0.75 yang berupa batuan kecil yang telah dihaluskan sebesar 40 mesh. Sebelum digunakan, zeolit alam terlebih dahulu diaktivasi menggunakan NaOH 10%(w/w). Cairan minyak yang dihasilkan kemudian di analisa berupa Initial Boilling Point (IBP), densitas, viskositas, flash point dan four point, specific gravity. Hasil penelitian pirolisis minyak pelumas didapat produk cair sebanyak 43,7 ml, 65 ml, 77 ml dan 108,3ml. Penggunaan ratio katalis 1:0.75 menghasilkan produk cair terbanyak yaitu sebesar 108,3 ml atau 87%. Dengan karakteristik minyak yang didapat yaitu Initial Boilling Point 185°C, berat jenis 835 kg/m³, viskositas 02.58 mm²/s 30 C ; 02.58 mm²/s 40 C, flash point 55°C dan pour point. < 0 °C specific gravity 0.835. Dapat disimpulkan Pirolisis minyak pelumas bekas dengan menggunakan katalis zeolit alam dapat menghasilkan minyak dengan karakteristik produk yang dihasilkan mendekati minyak solar.

Kata Kunci: Minyak pelumas; Zeolit; Pirolisis.

Key Words : lubricating oil; Zeolite; Pyrolysis.

Abstract

Used lubricating oil is a waste produced by motorized vehicles with a large amount of waste, especially in big cities. When exposed it will endanger and cause problems in the environment. Various methods of processing used lubricating oils including acid-clay, Distillation Thin Film Evaporation-Hydrofinishing and Pyrolysis. This study aims to determine the conversion of used lubricating oil into oil and determine the

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Phone Number

+62 852 5560 3559
+62 823 4988 0792

Corresponding Author

m.fatimura@univpgri-palembang.ac.id



Journal History

Paper received : 11 September 2022
Received in revised : 19 November 2022
Accepted 28 November 2022

characteristics of the resulting liquid product. This research uses a pyrolysis process by heating the lubricating oil to a temperature of 250°C with a lot of 125ml bait with variations in the ratio between the bait and natural zeolite 1: 0, 1: 0.25, 1: 0.5, 1: 0.75 in the form of small rocks that have been crushed by 40 mesh .. Before use. Natural zeolites are first activated using 10% NaOH (w / w). The resulting oil liquid is then analyzed in the form of Initial Boilling Point (IBP), density, viscosity, flash point and four point, specific gravity. The results of the study showed that the resulting liquid products were 43.7 ml, 65 ml, 77 ml and 108.3 ml. The use of catalyst ration 1: 0.75 gives maximum results, namely 108.3 ml of liquid products or 87%. With the characteristics of oil obtained Initial Boilling Point 185°C, density 835kg / m³, viscosity 02.58 mm²/s 30°C; 02.58 mm²/s 40 °C, flash point 55°C and pour point. <0 oC specific gravity 0.835. It can be concluded that catalytic pyrolysis of used lubricating oil with natural zeolites produces valuable liquid products as fuel. From the analysis of the characteristics of oil produced close to diesel oi.l

PENDAHULUAN

Pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia yang sangat pesat didukung oleh tidak adanya kebijakan pembatasan pembelian kendaraan oleh pemerintah serta kemudahan mendapatkannya dengan sistem kredit. Kondisi ini menyebabkan penggunaan minyak pelumas semakin meningkat untuk kendaraan bermotor baik motor maupun mobil. Minyak pelumas yang sudah dipakai merupakan limbah dari kendaraan bermotor. Limbah dari minyak pelumas termasuk kedalam limbah berbahaya dan beracun (B3) yang perlu mendapatkan penanganan khusus. Limbah oli bekas yang tidak diolah dengan baik dapat berakibat terhadap lingkungan dan manusia [1]. Kandungan logam Fe yang biasanya terdapat didalam minyak pelumas bekas dapat mengganggu lingkungan dan kesehatan manusia [2]. Pemakaian mesin motor yang selalu beroperasi membuat kerja minyak pelumas mengalami gesekan dan bercampur dengan kotoran yang dihasilkan akibat gesekan dengan mesin. Minyak pelumas hasil pengoperasin mesin motor disebut juga dengan oli bekas, partikel yang abrasive akan terjadi jika didiamkan terlalu lama sehingga merugikan dikarenakan efektifitas minyak pelumas menurun [3]. Minyak pelumas bekas yang masuk kedalam tanah dan bercampur dengan air tanah sehingga terkontaminasi dan merusak kandungan air tanah, merupakan salah satu sumber polutan yang dapat membunuh mikroorganisme dan mengganggu sistem oksidasi biologi lingkungan. Oli yang kebadan tanah menyebabkan matinya mikroba-mikroba yang ada didalam tanah diakibatkan dari tercecernya atau tumpah ketanah oli bekas, dikarenakan adanya kandungan senyawa dalam oli bekas yang bersifat toksik dan karsiogenik karena mengandung unsur

logam berat [4]. Dari dampak yang ditimbulkan akibat dari penggunaan minyak pelumas bekas maka perlu ada pengolahan yang khusus untuk menangani limbah minyak pelumas bekas tersebut. Campuran minyak pelumas dasar biasanya menjadi komposisi penyusun minyak pelumas sehingga pemanfaatan minyak pelumas bekas dapat menjadi alternatif dalam menghasilkan sumber-sumber energi. Hasbi, Persentase campuran yang terdapat dalam pelumas bekas sangat mempengaruhi karakateristik massa jenis dan viskositasnya [5]. Persentase nilai massa jenis dan Viskositas minyak pirolisis mengalami peningkatan dibandingkan campuran minyak oli bekas[6]. Tujuan proses recycling dan refining minyak pelumas bekas adalah meningkatkan mutu sehingga menjadi produk-produk yang dapat digunakan Kembali dan untuk proses pembakaran [7].

Zeolit adalah batu mineral yang terdiri dari Kristal alumino silikat terhidrasi yang mengandung alkali tanah atau kation alkali sehingga zeolite yang dapat menyerap air secara reversible. Air dan kation dapat mengisi struktur zeolit yang berongga yang memiliki ukuran pori tertentu dan dapat dipertukarkan. Dilihat dari sifatnya tersebut zeolite dapat digunakan sebagai katalisator, bahan,penyerap, penukar ion, dan penyaring molecular [8]. Zeolit alam yang kandungannya berlimpah di Indonesia sangat baik untuk dikembangkan sebagai katalis dalam proses pirolisis. Pengaktifan zeolite merupakan salah satu cara untuk meningkatkan fungsinya [9] dan untuk mendapatkan zeolit sesuai dengan yang diinginkan perlu dilakukan preparasi. Dengan cara mengaktifasi zeolit alam secara fisika maupun secara kimia. Untuk Aktivasi fisika dapat dilakukan dengan pengecilan *size, sieving*, untuk mengurangi kadar air

di zeolit alam dilakukan pemanasan pada suhu tinggi, memperbesar pori dan menghilangkan impurities organik. Pengasaman adalah salah satu cara untuk mengaktivasi katalis zeolit secara kimia bertujuan menghilangkan impurities organik, serta menaikkan suasana asam dapat meningkatkan aktivasi dari zeolit alam sebagai katalis [10].

Metode pirolisis merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengolah kembali minyak pelumas bekas menjadi bahan bakar. Pirolisis bertujuan untuk mendapatkan produk cair yang bernilai dengan menggunakan katalis atau tanpa katalis. Penelitian ini dilakukan dengan memanaskan minyak pelumas bekas selama satu (1) jam hingga suhu 250 °C. Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik produk cair yang dihasilkan sebagai hasil pirolisis minyak pelumas bekas serta pengaruh katalis terhadap produk yang dihasilkan. Selanjutnya, sifat-sifat fisik produk cair yang terdiri atas sifat IBP, densitas, viskositas, flash point dan four point, dibandingkan dengan sifat-sifat bahan bakar yang mendekati .

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan seperangkat alat pirolisis (dapat dilihat pada Gambar 1), furnace, kondenser 30-110°C, timbangan digital 1000g/0,01 g, termometer Hg, *flash point* PM, *pour point* ASTM D 97 dan viscositas kinematic .

Bahan pada penelitian ini menggunakan buangan pelumas bekas dari bengkel motor sekitaran kampus Universitas PGRI Palembang, NaOH (Merck 1.06498.1000, 10%), Zeolite Alam.

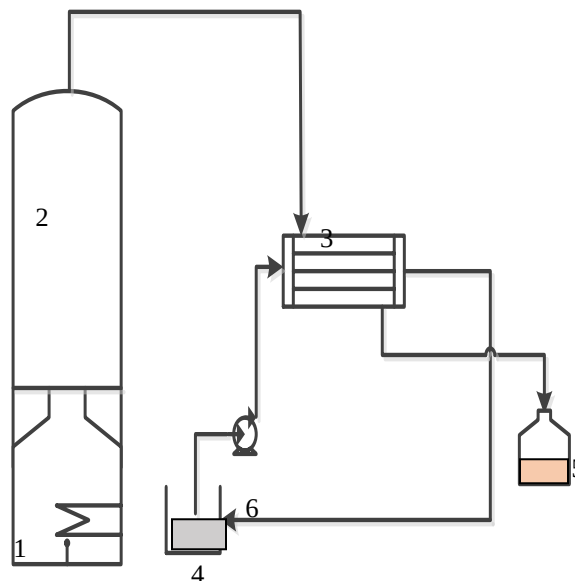
Prosedur Penelitian

Variabel tetap pada penelitian ini yaitu suhu pirolisis, waktu pirolisis, Variabel tidak tetap yaitu rasio umpanan katalis. Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahap yaitu preparasi zeolite alam, pirolisis dan pengukuran karakteristik produk cair yang dihasilkan sebagai hasil pirolisis minyak pelumas bekas.

Pada tahap preparasi katalis, zeolite alam ditumbuk menjadi serbuk hingga memiliki kisaran ukuran partikel 40 mesh. Selanjutnya, zeolite yang telah direndam dalam akuadest dan dikeringkan, diaktivasi dalam larutan NaOH 10% (w/w) dan dipanaskan pada suhu 120°C.

Pada tahap pirosilis, sebanyak 125 ml minyak pelumas bekas dimasukkan kedalam reactor dengan menambahkan katalis zeolite dengan ratio umpan terhadap katalis 1:0.25 kedalam reaktor, pompa kondenser dicek dalam keadaan berjalan. Pemanas pirolisis disetting pada suhu 250°C. Hasil penguapan dialirkan ke pipa kondensor untuk mengubah uap yang terbentuk menjadi produk dalam wujud cair. Pengamatan dilakukan selama satu jam dan dihentikan setelah tidak ada lagi kondensat yang terbentuk. Reaktor didinginkan agar dapat mengambil sisa dari minyak pelumas didalam reaktor. Setelah reaktor dingin lakukan perhitungan sisa minyak pelumas dan hitung produk yang didapat agar mengetahui ada losses yang terjadi atau tidak terhadap proses pemanasan (Gambar 1). Selanjutnya dengan cara yang sama melakukan dengan ratio umpan dengan katalis 1:0.5 dan 1:0.75 .

Uji karakteristik produk cair yang dihasilkan sebagai hasil pirolisis minyak pelumas bekas terdiri dari *Initial Boilling Point* (IBP), berat jenis, viskositas, *flash point*, *pour point*, spesifik gravity.



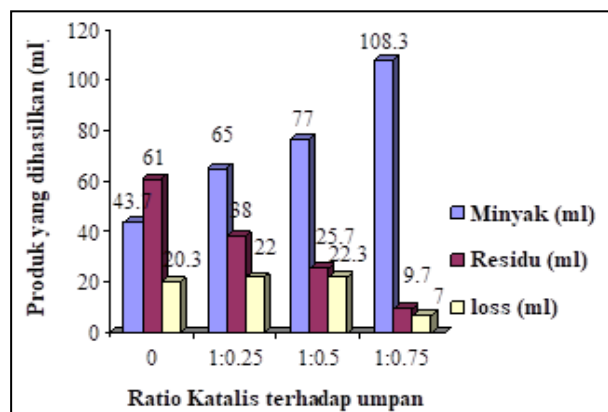
Gambar 1. Rangkaian Alat Penelitian

Keterangan Gambar :

- | | |
|---------------------|---------------------------------|
| 1.Furnace | 4. Tangki Air Pendingin |
| 2.Reaktor Pirolisis | 5. Tangki Penampungan Minyak |
| 3.Kondensor | 6.Pompa Sirkulasi Air Pendingin |

HASIL DAN PEMBAHASAN

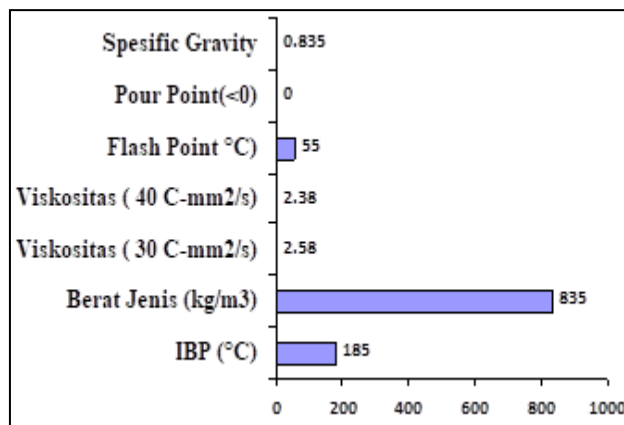
Hasil pirolisis minyak pelumas bekas yang didapatkan terdiri atas uap yang tidak terkondensasi, produk cair, dan residu padat. Dalam hal ini uap atau gas yang tidak dapat dikondensasikan tidak dianalisis karena persentase massa lebih sedikit jika dibandingkan dengan produk cair yang dihasilkan. Residu padat pada bagian bawah kolom reaktor bercampur dengan katalis dimana katalis yang semula kehijauan menjadi hitam sehingga katalis yang telah digunakan tidak dapat digunakan lagi. Hasil produk pirolisis juga dipengaruhi oleh rasio penggunaan katalis karena permukaan pori katalis memiliki sisi aktif yang asam untuk melakukan proses perengkahan [11]. Proses dekomposisi semakin cepat dikarenakan jumlah pori katalis semakin banyak, tetapi jika terlalu banyak jumlah katalis yang digunakan akan terbentuk produk gas yang berlebih [12].



Gambar 2. Hasil produk Proses Pirolisis Katalitik

Dari hasil yang didapat (Gambar 2) dengan pembandingan tanpa menggunakan katalis, minyak yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan katalis. Hal ini dapat dilihat dari beberapa variasi ratio katalis yang dilakukan kecenderungan mendapatkan minyak semakin banyak dengan ratio yang paling baik yaitu 1:0,75 dengan produk minyak sebesar 75,2 % . Pada gambar 2. peningkatan ratio katalis zeolit alam dapat menaikkan persen *yield*, ini dikarenakan didalam zeolit alam terdapat luas permukaan dan pori-pori, pada pori-pori situs aktif tempat terjadi proses adsorpsi, sehingga dapat menurunkan suhu reaksi pada proses pirolisis sehingga persen *yield* yang dihasilkan semakin banyak [13] . Laju reaksi dapat terjadi dengan cepat dengan bantuan katalis dan dapat mendorong selektivitas produk yang diinginkan [14].

Dari gambar 3 hasil analisa bahan bakar cair yang di hasilkan dari data yang didapatkan untuk spesifik gravity, *pour point*, *flash point*, viskositas , berat jenis dan *Initial Boiling Point* (IBP) cairan minyak yang dihasilkan mendekati karakteristik dari bahan bakar minyak solar 48 (Tabel 1).



Gambar 3. Karakteristik Produk yang dihasilkan

Tabel 1. Spesifikasi produk Minyak solar 48

No	Karakteristik	Satuan	Minyak Solar 48	
			Min	Maks
1	Specific Gravity @60/60°F	-	0,820	0,870
2	Flash Point	°C	52	-
3	pour point	°C	-	18
4	Initial Boiling Point	°C	-	370
5	Viskositas @40 °C	mm/s	2	4.5
6	Berat Jenis @ 15 °C	kg/m³	815	870

(Sumber : [15])

KESIMPULAN

Dari hasil pirolisis minyak pelumas bekas dengan menggunakan katalis zeolit alam didapatkan produk yang dapat digunakan sebagai bahan bakar. Ratio umpan dan zeolit mempengaruhi terhadap produk yang dihasilkan dimana dari ratio 1: 0.75 yang paling baik sebanyak 108,3 ml dari total umpan 125 ml. Sifat fisik dari cairan yang dihasilkan dari minyak pelumas bekas memenuhi sifat dari salah satu produk yang ada di pasaran yaitu minyak solar .

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih terutama ditujukan kepada Universitas PGRI Palembang yang sudah mendanai penelitian ini dan juga kepada laboratorium teknik kimia universitas PGRI Palembang yang membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Nindyapuspa and T. Alfiah, "Penurunan Kadar Cu Dalam Proses Solidifikasi Limbah Oli Bekas 15% Menggunakan Semen Portland dan Bentonit," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.*, p. 303, 2018.
- [2] L. Ni'mah, F. Fyanidah, and M. D. Maulana, "Pengolahan Limbah Minyak Pelumas dengan Menggunakan Metode Elektro koagulasi," *J. Chem.*, vol. 4, no. 1, pp. 21–26, doi: 10.26555.
- [3] M. Mara and A. Kurniawan, "Analisa Pemurnian Minyak Pelumas Bekas Dengan Metode Acid and Clay," *Din. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 106–112, 2015, doi: 10.29303/d.v5i2.36.
- [4] R. F. Laili, "Fitoremediasi Limbah Minyak Pelumas (Oli) Menggunakan Rumput Gajah (*Pennisetum Purpureum*)," 2016.
- [5] M. Hasbi, L. Laome, P. Aksar, and L. A. Darsono, "Pemanfaatan Minyak Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Terap. Inov. dan Rekayasa ISBN 978-602-51407-1-6. Univ. Halo Oleo. Kendari*, vol. 2, no. 3, 2017, doi: 10.55679.
- [6] L. A. D. Asidu, M. Hasbi, and P. Aksar, "Pemanfaatan Minyak Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dengan Pencampuran Minyak Pirolisis," *J. Enthalpy*, vol. 2, no. 3, 2017, doi: 10.55679.
- [7] G. W. Ramadhan and B. Basyirun, "Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Temperatur Pembakaran Oli Bekas pada Kompor," *J. Din. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 163–168, 2020, doi: 10.21831/dinamika.v5i2.34804.
- [8] N. Nurlela and H. Husnah, "Pengaruh Penambahan Zeolit Terhadap Penurunan Amoniak Dalam Limbah Cair Industri Karet," *J. Redoks*, vol. 4, no. 2, p. 32, 2019, doi: 10.31851/redoks.v4i2.3555.
- [9] D. G. Ramadhani, N. F. Fatimah, A. W. Sarjono, H. Setyoko, and N. D. Nuhayati, "Sintesis Ni/Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sebagai Katalis Pada Biodiesel Minyak Biji Ketapang," *J. Kim. dan Pendidik. Kim.*, vol. 2, no. 1, pp. 72–79, 2017, doi: 10.20961.
- [10] R. Pratiwi and W. Dahani, "Pengaruh penggunaan katalis zeolit alam dalam pirolisis limbah plastik jenis hdpe menjadi bahan bakar cair setara bensin," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Jakarta*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2015.
- [11] R. Ermawati, I. Rumondang, E. Oktarina, D. Naimah Siti Balai Besar Kimia dan Kemasan JIBalai Kimia No, and J. Timur, "Pengaruh Residue Catalytic Cracking (RCC) Dan Zeolit Terhadap Kualitas Crude Oil Hasil Pirolisis Limbah Plastik Polietilena (Pyrolysis of Polyethylene Waste: Effect of Residue Catalytic)," pp. 47–54, 2016.
- [12] P. Basu, *Biomass gasification and pyrolysis: Practical design and theory*, Third edit. Amsterdam: Academic Press. Elsevier, 2018. doi: 10.1016/C2016-0-04056-1.
- [13] M. T. A. Rahman, S. Daud, and M. Reza, "Pengaruh Suhu Dan Persen Katalis Zeolit Terhadap Yield Pirolisis Limbah Plastik Polypropylene (PP)," *J. FTEKNIK*, vol. 4, no. 2, pp. 1–7, 2017.
- [14] M. R. Rahman, M.T. Abdul, Syarfi Daud, "Pengaruh Suhu Dan Persen Katalis Zeolit Terhadap Yield Pirolisis Limbah Plastik Polypropylene (PP)," *J. FTEKNIK*, vol. 4, no. 2, pp. 1–7, 2017.
- [15] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, *Standar dan Mutu (spesifikasi) bahan bakar minyak jenis solar yang dipasarkan didalam negeri Nomor. 28.K / 10 / DJM.T /2016*. Jakarta: Kementerian Energi dan sumber daya mineral Republik Indonesia, 2016.