

## PENERAPAN LIMBAH OLI MOTOR SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKAR DENGAN PENAMBAHAN KATALIS H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> DAN NaOH

Irfan Surya Ramadhan<sup>1</sup>, Sigit Iswahyudi<sup>2</sup>, Rany Puspita Dewi<sup>3</sup>

Jurusan Teknik Mesin S1, Fakultas Teknik Universitas Tidar, Magelang, Jawa Tengah, Indonesia  
Email : <sup>1</sup>[irfansurya0112@gmail.com](mailto:irfansurya0112@gmail.com), <sup>2</sup>[sigitiswahyudi@untidar.ac.id](mailto:sigitiswahyudi@untidar.ac.id), <sup>3</sup>[ranypuspita@untidar.ac.id](mailto:ranypuspita@untidar.ac.id)

### ABSTRAK

Katalis bertujuan untuk mempengaruhi laju reaksi dan meningkatkan hasil proses pirolisis limbah oli. Jenis dan jumlah katalis yang digunakan pada proses produksi perlu diinvestigasi untuk memperoleh proses terbaik. Tujuan dari penelitian ini adalah pemanfaatan limbah oli yang dikonversi menjadi bahan bakar alternatif yaitu dengan metode perlakuan panas atau pirolisis lalu membandingkan hasil proses pengolahan limbah oli dengan penambahan katalis berupa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan NaOH, serta proses pengolahan limbah oli tanpa menggunakan katalis. Untuk mengetahui kinerja dari penambahan katalis pada proses pirolisis, pirolisis dilakukan menggunakan suhu 350°C selama 2 jam. Setelah itu, sampel tersebut diuji hasilnya dan dibandingkan dengan standar bahan bakar yang telah ada. Berdasarkan hasil uji, katalis terbukti mempengaruhi proses serta hasil yang diperoleh pada proses pengolahan limbah oli. Proses pirolisis dengan menggunakan katalis lebih cepat menghasilkan produk minyak dibandingkan proses pirolisis tanpa menggunakan katalis. Pada penelitian ini, limbah oli tanpa menggunakan katalis menghasilkan produk cair sebanyak 530 ml dan limbah oli menggunakan katalis menghasilkan produk cair sebanyak 550 ml. Pengujian karakteristik bahan bakar meliputi nilai massa jenis, nilai viskositas, dan nilai kalor. Nilai karakteristik bahan bakar limbah oli tanpa menggunakan katalis memiliki nilai massa jenis sebesar 820,75 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan limbah oli menggunakan katalis memiliki massa jenis 865,45 kg/m<sup>3</sup>. Untuk nilai viskositas yang dihasilkan limbah oli tanpa menggunakan katalis sebesar 3,168 mm<sup>2</sup>/s, sedangkan nilai viskositas limbah oli menggunakan katalis sebesar 4,004 mm<sup>2</sup>/s. Dan nilai kalor yang dihasilkan limbah oli tanpa menggunakan katalis 10.684,91 cal/g, sedangkan nilai kalor yang dihasilkan limbah oli menggunakan katalis 10.879,73 cal/g. Dapat disimpulkan bahwa karakteristik bahan bakar dari proses pirolisis limbah oli tanpa menggunakan katalis dan menggunakan katalis dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

**Kata kunci :** limbah oli motor, katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan NaOH, pirolisis, karakteristik bahan bakar, bahan bakar alternatif.

### ABSTRACT

*The catalyst aims to affect the reaction rate and increase the results of the waste oil pyrolysis process. The type and amount of catalyst used in the production process needs to be investigated to obtain the best process. The purpose of this research is to utilize waste oil which is converted into alternative fuels by means of heat treatment or pyrolysis and then to compare the results of processing waste oil with the addition of catalysts in the form of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and NaOH, as well as processing waste oil without using a catalyst. To determine the performance of the addition of catalyst in the pyrolysis process, pyrolysis was carried out using a temperature of 350°C for 2 hours. After that, the results of these samples were tested and compared with existing fuel standards. Based on the test results, the catalyst is proven to affect the process and the results obtained in the waste oil treatment process. The pyrolysis process using a catalyst produces oil products faster than the pyrolysis process without using a catalyst. In this study, waste oil without using a catalyst produced a liquid product of 530 ml and waste oil using a catalyst produced a liquid product of 550 ml. Testing the characteristics of the fuel includes the density value, viscosity value, and heating value. The characteristic value of waste oil fuel without using a catalyst has a density value of 820.75 kg/m<sup>3</sup>, while waste oil using a catalyst has a density of 865.45 kg/m<sup>3</sup>. The viscosity value produced by waste*

oil without using a catalyst is  $3.168 \text{ mm}^2/\text{s}$ , while the viscosity value of waste oil using a catalyst is  $4.004 \text{ mm}^2/\text{s}$ . And the calorific value produced by waste oil without using a catalyst is  $10,684.91 \text{ cal/g}$ , while the calorific value produced by waste oil using a catalyst is  $10,879.73 \text{ cal/g}$ . It can be concluded that the fuel characteristics from the waste oil pyrolysis process without using a catalyst and using a catalyst can be used as an alternative fuel.

**Keywords:** motor oil waste,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  and  $\text{NaOH}$  catalyst, pyrolysis, fuel characteristics, alternative fuels.

## PENDAHULUAN

Oli bekas merupakan limbah B3. Pelumas bekas mengandung berbagai bahan tambahan kimia, antara lain hidrokarbon, asam kaustik, logam berat yang bersifat karsinogenik, dan endapan hasil sampingan yang dibakar. [1].

Karena kemajuan teknis, khususnya di bidang peralatan, penggunaan minyak pelumas semakin meningkat setiap tahun, yang menyebabkan limbah yang dihasilkan juga meningkat. Minyak pelumas masuk pada kategori limbah B3, yaitu bahan berbahaya beracun yang perlu mendapatkan penanganan khusus. Limbah yang menyebabkan pencemaran tersebut jika tidak didaur ulang akan sangat berbahaya bagi lingkungan. Pencemaran lingkungan akibat dari oli bekas sudah banyak diberitakan di media massa. Jutaan sumber air dalam tanah yang dapat dirusak oleh hanya satu liter limbah oli bekas yang berakibat pada tanah yang kehilangan unsur hara. Dengan asumsi bahwa 20% oli mesin yang digunakan terbuang percuma atau terbakar, mesin otomotif dan industri Indonesia mengkonsumsi sekitar 650 juta liter oli pelumas setiap tahunnya, dengan peningkatan sekitar 7 sampai 10%. Artinya, limbah oli harus dimanfaatkan seefisien mungkin untuk menghasilkan 520 juta liter limbah oli bekas setiap tahunnya, atau 1.420 kiloliter per hari. [2].

Mendaur ulang oli pelumas lama adalah pendekatan yang dapat menghemat uang dan oli sekaligus mengurangi polusi. Selain itu, hanya sepertiga dari energi yang dibutuhkan untuk mengubah minyak mentah menjadi pelumas yang efektif diperlukan untuk mengolah minyak tua. Memurnikan minyak dasar (*base oil*) minyak pelumas memungkinkannya untuk digunakan kembali

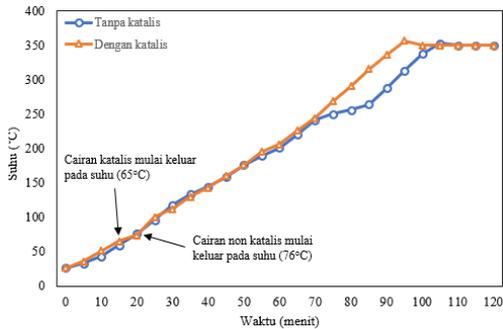
sebagai minyak dasar baru, begitulah cara minyak pelumas didaur ulang. [3]. Teknik *acid* dan *clay* merupakan salah satu proses yang digunakan untuk memurnikan minyak tua. Tanah liat digunakan untuk menyerap kotoran dari sisa pembubaran asam sedangkan asam kuat digunakan sebagai pelarut untuk melakukan proses pemurnian. Salah satu senyawa asam kuat yang banyak digunakan adalah asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), yang digunakan untuk mengolah bijih mineral, karat besi dan baja, serta melakukan alkilasi di kilang minyak. [4]. Menggunakan kemampuannya untuk menurunkan tegangan permukaan cairan, dapat digunakan untuk menghilangkan berbagai polutan dari minyak pelumas lama. Prosedur penggunaan teknik *acid* untuk memurnikan minyak lama masih membutuhkan beberapa perawatan tambahan untuk mengembalikan sifat-sifat yang membuat minyak pelumas menjadi efektif. Salah satunya telah diolah dengan tanah liat. [5].

## METODE PENELITIAN

Penggunaan metode *acid* dan *clay* dalam pemurnian minyak pelumas bekas umumnya dilakukan dengan memanfaatkan jenis *clay* khusus yang digunakan sebagai adsorbent antara lain bentonit, zeolit dan kaolin, selain itu sumber daya lempung khusus ini terbatas di beberapa tempat dan cara pembuatannya juga berbeda. Harganya lebih mahal jika dibandingkan dengan tanah liat biasa. Dari beberapa hal tersebut dilakukan penelitian sejauh mana efektivitas tanah liat dalam pemurnian minyak pelumas bekas terhadap karakteristik minyak pelumas yang dihasilkan berupa kekentalan kinematis, berat jenis, kadar air dan warna yang dihasilkan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

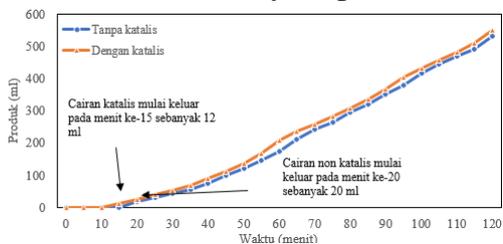
### 1. Proses Pirolisis Limbah Oli Motor



Gambar 1 Grafik kenaikan temperatur pirolisis limbah oli motor tanpa menggunakan katalis dan menggunakan katalis

Pada proses pirolisis limbah oli motor menggunakan katalis dalam rentang waktu 0-120 menit, suhu yang pada dasarnya konstan. Ini menyiratkan bahwa suhu dan tekanan akan tetap konstan ketika volume gas berkurang. Ketika limbah oli di dalam reaktor pirolisis sudah mencapai titik suhu tertentu, maka volume gas yang dihasilkan oleh alat pirolisis akan semakin menurun seiring dengan bertambahnya waktu, karena volume gas sudah banyak yang terkondensasi menjadi minyak bahan bakar cair. Sehingga dapat dikatakan bahwa kapasitas dan jumlah limbah oli yang digunakan untuk proses pirolisis mempengaruhi volume gas yang dihasilkan. Sehingga semakin banyak limbah oli motor yang digunakan, maka volume gas yang dihasilkan akan lebih banyak dan menghasilkan jumlah minyak yang lebih banyak pula.

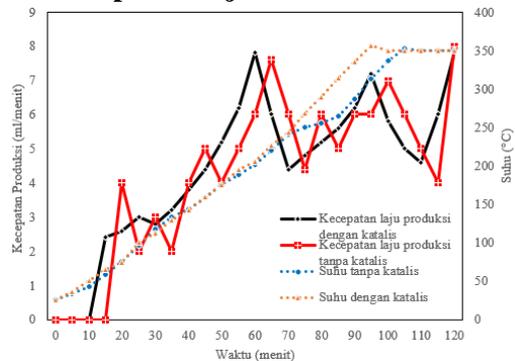
### 2. Hasil Produk Penyulingan



Gambar 2 Grafik produk hasil penyulingan pirolisis limbah oli motor tanpa menggunakan katalis dan menggunakan katalis

Pada produk hasil penyulingan terlihat bahwa limbah oli motor tanpa menggunakan katalis menghasilkan produk hasil penyulingan sebanyak 530 ml dan untuk limbah oli motor menggunakan katalis menghasilkan produk hasil penyulingan sebanyak 550 ml. Penggunaan katalis sangat berpengaruh terhadap produk hasil penyulingan yang dihasilkan dari proses pirolisis. Dikarenakan penggunaan katalis dapat membantu meningkatkan laju reaksi antara katalis dan limbah oli pada proses pembakaran, sehingga dapat meningkatkan hasil yang diperoleh nantinya.

### 3. Kecepatan Laju Produksi

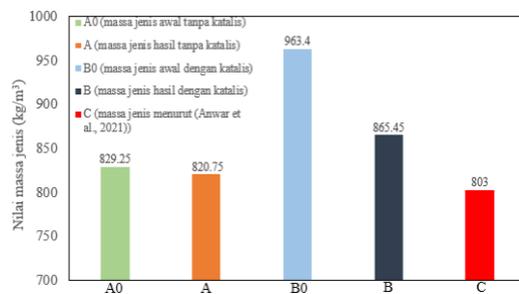


Gambar 4.6 Kecepatan laju produksi

Selanjutnya berdasarkan data hasil pengukuran suhu dan kecepatan laju produksi yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 4.6 dengan waktu 120 menit bisa diamati bahwa proses pirolisis limbah oli menggunakan katalis pada menit ke-0 sampai menit ke-10 suhu sebesar 26°C, 36°C, dan 51°C dengan kecepatan laju produksi sebesar 0, 0, dan 0 ml/menit atau belum meneteskan hasil pirolisis. Pada menit ke-15 sampai menit ke-25 suhu sebesar 65°C, 74°C, dan 100°C dengan kecepatan laju produksi sebesar 2,4, 2,6, dan 3 ml/menit dapat dilihat suhu mengalami kenaikan dan kecepatan laju produksi juga meningkat. Pada menit ke-30 suhu sebesar 112°C dengan kecepatan laju produksi sebesar 2,8 ml/menit mengalami penurunan namun tidak signifikan. Pada menit ke-35 sampai menit ke-60 suhu sebesar 130°C, 143°C, 160°C, 176°C, 195°C, dan

206°C dengan kecepatan laju produksi sebesar 3,2, 3,8, 4,4, 5,2, 6,2, dan 7,8 ml/menit dapat dilihat suhu mengalami kenaikan dan kecepatan laju produksi juga meningkat. Pada menit ke-65 dan menit ke-70 suhu sebesar 226°C dan 244°C dengan kecepatan laju produksi sebesar 6, dan 4,4 ml/menit, hal ini menunjukkan bahwa pada menit ke-65 dan menit ke-70 mengalami penurunan kecepatan laju produksi dikarenakan pada suhu tersebut sedang menghilangkan kandungan air (H<sub>2</sub>O) yang ada didalam wadah penampung dengan suhu tinggi diakibatkan dari pencampuran H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan NaOH. Kemudian pada menit ke-75 sampai menit ke-95 suhu sebesar 268°C, 290°C, 315°C, 336°C, dan 356°C dengan kecepatan laju produksi sebesar 4,8, 5,2, 5,6, 6,2, dan 7,2 ml/menit dapat dilihat suhu mengalami kenaikan dan kecepatan laju produksi sudah mulai meningkat dikarenakan sudah habisnya kandungan air (H<sub>2</sub>O) yang ada dalam proses pirolisis. Pada menit ke-100 dan menit ke-105 suhu sebesar 350°C dengan kecepatan laju produksi sebesar 5,8, dan 5 ml/menit dapat dilihat suhu sudah mulai stabil dan kecepatan laju produksi mulai menurun yang di akibatkan limbah oli sudah mau mulai habis. Dan pada menit ke-110 sampai menit ke-120 suhu sebesar 350°C dengan kecepatan laju produksi sebesar 4,6, 6, dan 7,8 ml/menit dapat dilihat suhu sudah stabil dan kecepatan laju produksi meningkat, hal ini disebabkan oleh adanya sisa limbah oli motor yang ada di dalam wadah pembakaran pirolisis.

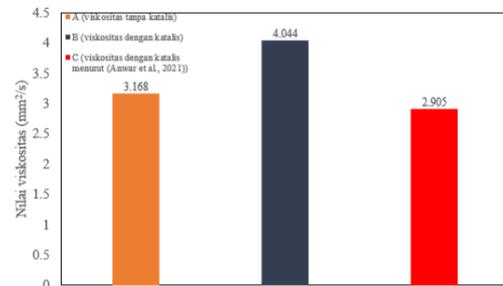
#### 4. Pengujian Karakteristik



Gambar 4 Grafik hasil pengujian massa jenis

Selanjutnya pada pengujian karakteristik massa jenis terlihat bahwa limbah oli motor tanpa menggunakan katalis memiliki nilai massa jenis awal sebesar 829,25 kg/m<sup>3</sup> dan massa jenis hasil limbah oli motor tanpa menggunakan katalis sebesar 820,75 kg/m<sup>3</sup>. Untuk limbah oli motor menggunakan katalis memiliki nilai massa jenis awal sebesar 963,4 kg/m<sup>3</sup> dan massa jenis hasil limbah oli motor menggunakan katalis sebesar 865,45 kg/m<sup>3</sup>. Limbah oli menggunakan katalis memiliki nilai massa jenis sebesar 803 kg/m<sup>3</sup>. Hal ini disebabkan oleh perbandingan dari banyaknya jumlah limbah oli motor yang digunakan dengan jumlah katalis yang dipakai. Faktor tersebut yang membedakan hasil penelitian saya dengan hasil penelitian sebelumnya. Penggunaan katalis berpengaruh terhadap besarnya massa jenis hasil pirolisis. Setiap volume benda meningkat dengan kerapatannya. Semakin besar kapasitas material untuk menyerap air, dan karenanya, semakin rendah kekuatannya, semakin kecil kerapatan material yang digunakan.

#### 5. Pengujian Nilai Viskositas

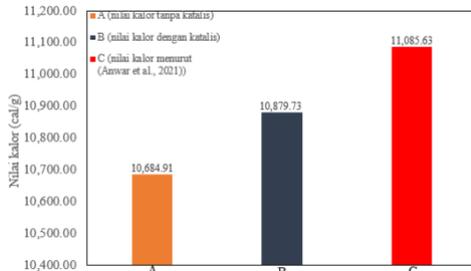


Gambar 5 Grafik hasil pengujian nilai viskositas

Pada pengujian karakteristik nilai viskositas terlihat bahwa limbah oli motor tanpa menggunakan katalis memiliki nilai viskositas kinematik sebesar 3,168 mm<sup>2</sup>/s. Untuk limbah oli motor menggunakan katalis memiliki nilai viskositas kinematik sebesar 4,044 mm<sup>2</sup>/s dan limbah oli menggunakan katalis memiliki nilai viskositas kinematik sebesar 2,905 mm<sup>2</sup>/s. Hal ini disebabkan oleh viskositas juga dipengaruhi oleh nilai densitas. Semakin tinggi nilai densitas, maka semakin tinggi nilai kekentalan produk yang

dihasilkan dimana penggunaan katalis pada proses pirolisis menghasilkan fraksi ringan setara gasoline.

## 6. Pengujian Nilai Kalor



Gambar 5 Grafik hasil pengujian nilai kalor

Pada pengujian karakteristik nilai kalor terlihat bahwa limbah oli motor tanpa menggunakan katalis memiliki nilai kalor sebesar 10.684,91 cal/g. Untuk limbah oli motor menggunakan katalis memiliki nilai kalor sebesar 10.879,73 cal/g dan dari data jurnal penelitian, limbah oli menggunakan katalis memiliki nilai kalor sebesar 11.085,63 cal/g. Kehadiran katalis sangat penting untuk proses pirolisis karena meningkatkan jumlah cabang yang terbentuk dan menurunkan jumlah energi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan reaksi. Selain itu, katalis dapat mempercepat dimulainya reaksi dan meningkatkan kaliber produk jadi. Plus, katalis dapat mempromosikan penjualan produk akhir jika mereka menginginkannya.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian uji karakteristik minyak hasil pirolisis limbah oli motor dengan menambahkan katalis berupa  $H_2SO_4$  dan NaOH, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Nilai massa jenis hasil produk cair yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah oli motor tanpa menggunakan katalis sebesar  $820,75 \text{ kg/m}^3$ . Sedangkan nilai massa jenis hasil produk cair yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah oli motor menggunakan katalis  $H_2SO_4$  dan NaOH sebesar  $865,45 \text{ kg/m}^3$ .

1. Nilai viskositas hasil produk cair yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah oli motor tanpa menggunakan katalis yaitu  $3,168 \text{ mm}^2/\text{s}$ . Sedangkan nilai viskositas hasil produk cair yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah oli motor menggunakan katalis  $H_2SO_4$  dan NaOH sebesar  $4,044 \text{ mm}^2/\text{s}$ .
2. Nilai kalor yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah oli motor tanpa menggunakan katalis sebesar 10.684,91 cal/g. Sedangkan nilai kalor yang dihasilkan dari proses pirolisis limbah oli motor menggunakan katalis  $H_2SO_4$  dan NaOH sebesar 10.879,73 kal/g.
3. Minyak hasil proses pirolisis pada penelitian ini bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andalia, W., & Pratiwi, I. (2018). *Kinerja Katalis Naoh dan KOH ditinjau dari Kualitas Produk Biodiesel yang dihasilkan dari Minyak Goreng Bekas*. *Jurnal Tekno Global*, 7(2), 66–73.
- [2] Anwar, S. R., Rohsari, A., Utami, I., Elektro, F. T., & Telkom, U. (2021). *Pengaruh Konsentrasi Asam Sulfat Dan Natrium Hidroksida Terhadap Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Solar the Effetct of Concentration of Sulfuric Acid and of Sodium*. 8(2), 1838–1843.
- [3] Ashla, N. F. (2019). *Pemanfaatan Ampas Tebu (Bagasse) sebagai Bahan Baku Pulping dengan Proses Soda Menggunakan Natrium Hidroksida pada Alat Digester*. *Laporan Tugas Akhir*, 1, 1 476.[http://repository.potensi-utama.ac.id/jspui/bitstream/123456789/2990/6/BAB II.pdf](http://repository.potensi-utama.ac.id/jspui/bitstream/123456789/2990/6/BAB%20II.pdf)
- [4] Asidu, L. O. A. D., Hasbi, M., & Aksar, P. (2017). *Pemanfaatan Minyak Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dengan Pencampuran Minyak Pirolisis*. *Jurnal Mahasiswa Teknik Mesin*, 2(2), 1–7.
- [5] Askaditya, G. (2010). *Studi eksperimen pirolisis minyak pelumas bekas menggunakan katalis zeolit*.