



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK I - Surabaya, 26 Juni 2021

Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2021.1875

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisis Yield Bahan Bakar Cair pada Pirolisis Ban Luar Sepeda Motor Dengan Katalis γ -Alumina dengan Pendekatan Anova

Erlinda Ningsih¹, Agus Budianto², Suparto³, Bagus Dwi Susanto⁴,
Achmad Maulidan Syahrie⁵

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3,4,5}
e-mail: erlindaningsih84@itats.ac.id

ABSTRACT

In the rainy season the accumulation of tire waste has the potential to become a breeding ground for mosquitoes and animals that have the potential to spread disease, while in the dry season the accumulation of waste is very vulnerable to the potential for toxic gases produced from fires. Pyrolysis can be an alternative solution to reduce the amount of tire waste by converting it into alternative fuels. Pyrolysis was carried out using motorcycle tire waste as a catalyst with γ -alumina as a catalyst with a pressure of 1 atm. The purpose of this study was to analyze the effect of reactor temperature and ratioalumina catalyst ratio on liquid fuel yield using the ANOVA approach. The pyrolysis process lasted for 2 hours with variations in reactor temperature, namely 400°C, 450°C, and 500°C. Variations in the ratio of catalyst and tire are 1:100, 3:100, 5:100, and without catalyst. The results of the analysis using the Anova approach concluded that the reactor temperature and the catalyst ratio had an effect on the yield of the outer tire liquid fuel. At a ratio of 5:100 and a temperature of 500°C, the highest yield is 35.34%.

Keywords: pyrolysis, γ -alumina, tires, fuel, Anova

ABSTRAK

Pada musim hujan penumpukan sampah ban berpotensi menjadi tempat berkembang biaknya nyamuk dan hewan yang berpotensi menyebarkan penyakit, sedangkan pada musim kemarau penumpukan sampah sangat rentan berpotensi adanya gas beracun yang dihasilkan dari kebakaran. Pirolisis dapat menjadi salah satu solusi alternatif mengurangi jumlah sampah ban dengan cara mengkonversinya menjadi bahan bakar alternatif. Pirolisis dilakukan dengan bahan baku sampah ban sepeda motor dengan katalis γ -alumina dengan tekanan 1 atm. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis pengaruh temperatur reaktor dan ratio katalis γ alumina terhadap

yield bahan bakar cair dengan pendekatan anova. Proses pirolisis berlangsung selama 2 jam dengan variasi temperatur reaktor yaitu 400°C, 450°C, dan 500°C. Variasi rasio katalis dan ban yaitu 1:100, 3:100, 5:100, dan tanpa katalis. Hasil analisis dengan pendekatan Anova menyimpulkan bahwa temperatur reaktor dan ratio katalis berpengaruh terhadap yield bahan bakar cair ban luar. Pada ratio 5:100 dan temperatur 500°C menghasilkan yield terbesar yaitu 35.34%.

Kata kunci: *pirolisis, γ -alumina, ban, bahan bakar, Anova*

PENDAHULUAN

Semakin tingginya populasi kendaraan bermotor di Indonesia mengakibatkan jumlah limbah ban bekas meningkat. Tiap tahunnya jumlah kendaraan semakin bertambah. Pada tahun 2016 jumlah total kendaraan bermotor di Indonesia sebanyak 129 juta unit. Jenis kendaraan roda dua memiliki jumlah yang tertinggi (81%) dibandingkan dengan jenis mobil penumpang (11%), mobil barang (5%) dan bis (2%)[1]. Ban bekas merupakan salah satu bahan yang sulit terurai dan membutuhkan waktu lebih dari 100 tahun. di alam. [1].

Secara umum penanganan sampah dilakukan teknik sederhana yaitu dikubur dalam tanah. Ban bekas sebagai sampah memiliki banyak kekurangan yaitu tidak bisa dimanfaatkan sehingga memerlukan ruang yang luas untuk penyimpanannya. Penumpukan sampah ban bekas yang terjadi pada musim hujan dapat menyebabkan penularan penyakit dan tempat berkembangbiaknya nyamuk dan hewan-hewan penyebar penyakit. Sedangkan pada musim kemarau, adanya tumpukan sampah ban bekas dapat menyebabkan kebakaran yang menghasilkan gas beracun dan berbahaya bagi lingkungan[2].

Peningkatan nilai ekonomi sampah ban bekas menjadi salah satu solusi penanganan sampah ban bekas yaitu mengkonversi ban bekas menjadi bahan bakar alternatif. Proses pengolahannya biasanya disebut pirolisis. Dengan proses pirolisis tersebut dapat mengurangi bobot sampah dan menghasilkan tiga jenis produk, berupa padatan, gas, maupun minyak. Menurut penelitian yang dilakukan oleh [3] melakukan penelitian tentang pengaruh suhu dan laju pemanasan pada pirolisis ban bekas pada tekanan atmosfer. Ban bekas yang digunakan berbahan dasar poliisoprena (Natural Rubber). Suhu optimum yang didapatkan adalah 475°C dengan laju pemanasan 20 0C/menit menghasilkan yield TDO (Tyre Derived Oil) sebesar 44,90%. [4], [5] menguji karakteristik minyak hasil dari pirolisis ban dalam bekas dengan plastik jenis LDPE dan HDPE. Suhu pengujian yang digunakan antara 250°C hingga 400°C. Penggunaan temperatur yang tinggi dapat berpengaruh pada hasil minyak yang diperoleh semakin banyak. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh [6] melakukan perbandingan jenis katalis alumina dan kalsium karbonat pada pirolisis ban dalam. Kesimpulan yang didapatkan adalah kedua katalis selain mudah didapatkan juga dinilai lebih ekonomis.

Pengaplikasian metode statistik perlu dilakukan guna menghasilkan kesimpulan yang lebih akurat. Berdasarkan penelitian – penelitian sebelumnya, penggunaan analisis data dengan metode statistik hanya menggunakan metode berbasis standar tanpa pengujian hipotesis statistik inferensial. Metode analysis of variance (ANOVA) merupakan metode analisis statistik yang dapat menghasilkan hipotesis statistik inferensial dan kesimpulan lebih akurat[7], [8].

Pirolisis dengan katalis alumina menghasilkan yield minyak lebih banyak dibandingkan dengan katalis kalsium karbonat. Oleh karena itu, keterbaruan dari penelitian ini adalah membandingkan jenis karet alam (natural rubber) dan jenis karet sintetis (synthetic rubber) terhadap yield dan nilai kalor minyak hasil pirolisis dengan menggunakan katalis γ -alumina.

METODE

Dalam membuktikan keakuratan dan menolak hipotesa data suatu eksperimen digunakan pendekatan analisis statistik yaitu Metode metode one way ANOVA. Penggunaan analisis ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variable bebas yang digunakan terhadap respon yaitu yield

bahan bakar cair yang dihasilkan. Langkah - langkah metode one way Anova adalah sebagai berikut : $y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, n_i \end{cases}$ (1)

Keterangan

y_{ij} = data ke j pada kelompok ke i

μ = Nilai rata-rata

τ_i = Parameter rata-rata pada kelompok ke i

ϵ_{ij} = Sampel pada data ke (i,j)

Hipotesa nol dan alternatif untuk analisis ini adalah untuk menghitung :

$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$ atau secara ekuivalen, $H_0 = \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_a = 0$

$H_1 = \mu_i \neq \mu_j$ untuk setidaknya satu pasangan (i,j)

Prosedur selanjutnya adalah menghitung :

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij} - \bar{y} \dots)^2 \quad (2)$$

$$SS_t = SS_{treatments} + SS_E \quad (3)$$

$$MS_{treatments} = \frac{SS_{treatments}}{a-1} \quad (4)$$

$$MS_E = \frac{SS_E}{(N-a)} \quad (5)$$

Selanjutnya dilakukan uji statistic dengan persamaan (6) :

$$F_0 = \frac{SS_{treatments}/(a-1)}{SS_E/(N-a)} = \frac{MS_{treatments}}{MS_E} \quad (6)$$

Keterangan :

SS_T : Total dikoreksi dari pengkuadratan penjumlahan

$SS_{treatments}$: Pengkuadratan penjumlahan adanya perlakuan (i.e.antara perlakuan)

SS_E : Pengkuadratan penjumlahan adanya kesalahan (i.e.antara perlakuan)

$MS_{treatment}$: Pengkuadratan perlakuan

MS_E : Pengkuadratan kesalahan

F_o : harga respon

$F_{\alpha, a-1, N-a}$: harga respon pada tabel F distribution

N : jumlah sampel

Hipotesa nol (H_0) harus ditolak dan kesimpulannya ada perbedaan yang signifikan di antara variable penelitian jika[9] :

$$F_o > F_{\alpha, a-1, n-a} \quad (7)$$

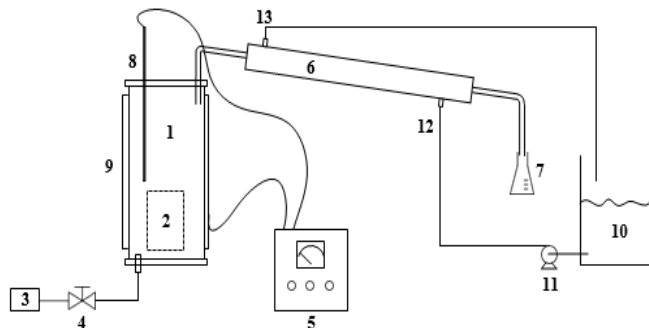
Hasil Analisa yang berupa pernyataan atau asumsi sementara diujikan kebenarannya, hal ini disebut hipotesa. Adanya uji hipotesa ini dapat memberikan kepercayaan diri dalam mengambil keputusan yang bersifat objektif[10].

Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan ban luar sepeda motor yang merupakan limbah dan γ alumina yang berfungsi sebagai katalis dalam proses pirolisis.

Alat penelitian

Pada penelitian ini digunakan serangkaian alat pirolisis yang terhubung dengan control panel sebagai pengatur temperatur reaktor. Reaktor pirolisis ini dilengkapi dengan kondensor yang berfungsi untuk mengkonversi fasa uap menjadi fasa cair.



Gambar 1. Rangkaian Alat Pirolisis

Keterangan gambar:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1) Reaktor pirolisis | 8) Termokopel |
| 2) Wadah sampel | 9) <i>Jacket</i> heater elektrik |
| 3) Tabung nitrogen | 10) Air pendingin |
| 4) Valve aliran nitrogen | 11) Pompa air pendingin |
| 5) MCB panel <i>control</i> | 12) Pipa aliran air pendingin masuk kondensor |
| 6) Tabung kondensor | 13) Pipa aliran air pendingin keluar kondensor |
| 7) Erlenmeyer penampung kondensat | |

Prosedur penelitian

Sampel ban sebanyak 100 gram dan katalis γ alumina dimasukkan ke dalam reaktor dengan variasi rasio 0:100, 1:100, 3:100, dan 5:100. Proses pirolisis berlangsung selama 2 jam dengan temperatur yang digunakan divariasikan yaitu 400°C, 450°C, 500°C. Selama proses pirolisis berlangsung dikondisikan tidak ada oksigen yang masuk dalam reaktor. Produk yang dihasilkan berupa fasa cair yaitu minyak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pirolisis ban bekas sepeda motor dengan menggunakan katalis γ -Alumina. Ban bekas yang digunakan yaitu ban luar sepeda motor yang mengandung jenis karet sintesis (synthetic rubber). Katalis yang digunakan adalah γ -Al₂O₃/gamma alumina memiliki luas permukaan 150-250 m² /g. Proses pirolisis ban luar dimulai dengan mengecilkan ukuran sampel ban, kemudian dimasukkan ke dalam reaktor pada variasi temperatur 400°C, 450°C, dan 500°C dengan rasio penambahan katalis 0:100, 1:100, 3:100, dan 5:100 dari berat sampel selama 2 jam. Minyak produk hasil pirolisis dianalisa untuk mengetahui yield. Hasil analisa yield yang diperoleh disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Yield Bahan Bakar Cair

Ratio	Temperatur (°C)		
	400	450	500
0:100	7.25	14.91	26.24
	7.18	14.93	26.26
	7.20	14.94	26.23
1:100	8.37	16.55	29.41
	8.31	16.52	29.38
	8.33	16.57	29.38
3:100	9.63	18.12	30.02
	9.65	18.08	29.91
	9.60	18.15	30.04
5:100	10.46	19.81	35.34
	10.49	19.78	35.30
	10.41	19.79	35.33

Keterangan: data pribadi hasil eksperimen

Pembahasan

Source	DF	SS	MS	F	P
Rasio	3	154,68	51,56	48717,48	0,000
Suhu	2	2769,45	1384,72	1308400,66	0,000
Interaction	6	30,69	5,11	4832,54	0,000
Error	24	0,03	0,00		
Total	35	2954,84			

S = 0,03253 R-Sq = 100,00% R-Sq(adj) = 100,00%

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa adanya penambahan katalis dan temperatur memberi pengaruh terhadap yield bahan bakar cair. Penggunaan katalis γ -Alumina dengan variasi rasio penambahan katalis 0:100, 1:100, 3:100, dan 5:100 menghasilkan yield liquid terbesar pada kondisi temperatur 500°C dan rasio penambahan katalis 5:100 yaitu sebesar 35.34%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh [6] tentang pirolisis ban dalam dengan menggunakan katalis alumina dan kalsium karbonat juga mengalami kenaikan yield minyak seiring dengan penambahan katalis alumina, yaitu pada kondisi temperature optimum untuk konsentrasi katalis 0.5% w/w menghasilkan yield minyak sebesar 22.67%, sedangkan pada konsentrasi katalis 1% w/w menghasilkan yield minyak sebesar 40.20, dari data tersebut dapat diketahui peningkatan % yield minyak berbanding lurus dengan penambahan massa katalis. Kenaikan temperatur operasi pirolisis menyebabkan yield minyak bertambah. Hal ini karena semakin besar suhu pirolisis menyebabkan bahan karet terdekomposisi secara lebih sempurna [4][11]. Hal ini didukung pula oleh aliran gas nitrogen yang bersifat inert yang berfungsi sebagai pembawa uap hasil dekomposisi senyawa karet sehingga dapat langsung dikondensasi menjadi cairan sebelum senyawa tersebut terdekomposisi lagi menjadi fase gas.

Hasil eksperimen dilakukan replika tiga kali dalam setiap variable eksperimen, hal ini dilakukan untuk memperkuat hipotesa dan lebih teliti. Melalui pendekatan dengan metode ANOVA, didapatkan bahwa nilai F tabel lebih kecil dibandingkan dengan nilai F hitung. Berdasarkan hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan temperature berpengaruh terhadap yield cair yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh adalah berdasarkan pendekatan metode Anova menunjukkan temperatur reaktor dan ratio katalis berpengaruh terhadap *yield* bahan bakar cair ban luar. Pada rasio katalis dan karbon ban luar 5:100 pada suhu 500°C didapatkan *yield* tertinggi yaitu 35,34%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Czajczyńska, R. Krzyżyńska, H. Jouhara, and N. Spencer, "Use of pyrolytic gas from waste tire as a fuel: A review," *Energy*, vol. 134, pp. 1121–1131, 2017, doi: 10.1016/j.energy.2017.05.042.
- [2] M. R. Islam, M. N. Islam, N. N. Mustafi, M. A. Rahim, and H. Haniu, "Thermal recycling of solid tire wastes for alternative liquid fuel: The first commercial step in Bangladesh," *Procedia Eng.*, vol. 56, pp. 573–582, 2013, doi: 10.1016/j.proeng.2013.03.162.
- [3] N. M. Mkhize, P. van der Gryp, B. Danon, and J. F. Görgens, "Effect of temperature and heating rate on limonene production from waste tyre pyrolysis," *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, vol. 120, pp. 314–320, 2016, doi: 10.1016/j.jaap.2016.04.019.
- [4] K. Udyani, E. Ningsih, and M. Arif, "Pengaruh Temperatur Pirolisis Terhadap Yield Dan Nilai Kalor Bahan Bakar Cair Dari Bahan Limbah Kantong Plastik," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.* VI, no. 2013, pp. 389–394, 2018.
- [5] N. Fanani *et al.*, "Konversi plastik hdpe menjadi fuel melalui proses pirolisis," pp. 452–456, 2017.
- [6] F. Mabood, M. R. Jan, J. Shah, F. Jabeen, and Z. Hussain, "Catalytic pyrolysis of waste inner rubber tube into fuel oil using alumina and calcium carbonate base catalysts," *J. Chem. Soc. Pakistan*, vol. 33, no. 1, pp. 38–42, 2011.
- [7] J. Fajrin *et al.*, "Aplikasi Metode Analysis of Variance (Anova) Untuk Mengkaji Pengaruh," *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 6, no. 2, pp. 11–23, 2016.
- [8] A. Fitrayudha¹) and Jauhar Fajrin²) & Buan Anshari³), "Analisis Sifat Mekanis Komposit Polyester Sisal Menggunakan Metode Anova," vol. 14, no. 7, pp. 2817–2824, 2020, [Online]. Available: <http://ejurnal.binawakya.or.id/index.php/MBI/article/view/489/pdf>.
- [9] H. Toutenburg, *Mathematical statistics with applications*, 4th edition, vol. 13, no. 1. 1992.
- [10] J. L. Marpaung, A. Sutrisno, and R. Lumintang, "Penerapan Metode ANOVA untuk Analisis Sifat Mekanik Komposit Serabut Kelapa," *J. Online Poros Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 151–162, 2016.
- [11] W. W. Mandala, M. S. Cahyono, S. Ma'arif, H. Sukarjo, and W. Wardoyo, "Pengaruh Suhu terhadap Rendemen dan Nilai Kalor Minyak Hasil Pirolisis Sampah Plastik," *J. Mek. dan Sist. Termal*, vol. 1, no. 2, pp. 49–52, 2016.