

NASKAH PUBLIKASI
PENINGKATAN KUALITAS BAHAN BAKAR HASIL
PIROLISIS LIMBAH BAN BEKAS DENGAN
PENAMBAHAN KATALIS



Disusun Oleh:
ROUZZAQ GALIH FATHONY
1710502086

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TIDAR
2022

PENINGKATAN KUALITAS BAHAN BAKAR HASIL PIROLISIS LIMBAH BAN BEKAS DENGAN PENAMBAHAN KATALIS

Rouzzaq Galih Fathony¹, Trisma Jaya Saputra², Rany Puspita Dewi³

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar

E-mail: ¹rozaqgalih@gmail.com, ²trismajayasaputra@gmail.com,

³ranypuspita@untidar.ac.id

ABSTRAK

Ban yang tidak terpakai menjadi limbah menyebabkan masalah yang sangat umum dan juga limbah padat yang berbahaya untuk lingkungan dan sulit terurai. Pada periode 2014-2018 kapasitas produksi industri ban roda empat meningkat 14,35%, dari 76,78 juta unit menjadi 87,80 juta unit roda dua sebesar 27,97%, dari 63,89 juta unit menjadi 84,40 juta unit. Tujuan dilakukan nya penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh penambahan katalis zeloit, katalis genteng tanah liat, dan katalis campuran pada proses pirolisis limbah ban bekas. Salah satu penanganan limbah padat terutama limbah ban bekas adalah dengan proses pirolisis. pirolisis dilakukan dengan jenis katalis yang bervariasi yaitu katalis zeloit, katalis genteng tanah liat, dan katalis campuran. proses pirolisis dilakukan sebanyak 12 kali dengan persentase 25%, 50%, 75% dan 100% pada tiap katalisnya kemudian dilakukan pengujian karakteristik yang meliputi massa jenis, viskositas, dan nilai kalor. Hasilnya, katalis genteng tanah liat dengan kadar 50% merupakan katalis yang paling efektif digunakan untuk proses pirolisis karena menghasilkan minyak terbanyak yaitu 27% dengan karakteristik massa jenis 1,0174 kg/l, viskositas 1,55 dan nilai kalor 42,444 MJ/kg. Oleh karena itu, zat yang dihasilkan dari proses ini berupa bahan bakar dari ban bekas dapat digunakan untuk bahan bakar alternatif dan juga dapat diproduksi dalam skala besar.

Kata kunci: *ban, pirolisis, katalis, bahan bakar alternatif.*

ABSTRACT

Waste tire waste is a very common problem and is a hazardous solid waste for the environment that is difficult to decompose. In 2014-2018, there was an increase in production capacity for the 4-wheel tire industry by 14.35%, from 76.78 million units to 87.80 million 2-wheel units by 27.97%, from 63.89 million units to 84, 40 million units. adding zeloite catalyst, clay tile catalyst, and mixed catalyst on the pyrolysis process of used tire waste. One of the handling of solid waste, especially waste tires is the pyrolysis pr°Cess. Pyrolysis was carried out with various types of catalysts, namely zeloite catalyst, clay tile catalyst, and mixed catalyst. The pyrolysis process was carried out 12 times with percentages of 25%, 50%, 75% and 100% on each catalyst and then carried out characteristic tests which included density, viscosity, and calorific value. As a result, clay tile catalyst with a concentration of 50% is the most effective catalyst used for the pyrolysis pr°Cess because it produces the most oil, namely 27% with a density characteristic of 1.0174 kg/l, viscosity 1.55 and a heating value of 42.444 MJ/kg. Therefore, the fuel tires can also be produced on a large scale.

Keywords: *tires, pyrolysis, catalyst, alternative fuel.*

1. PENDAHULUAN

Krisis energi dan degradasi lingkungan adalah permasalahan pertama akan dihadapi masyarakat saat ini (Islam et al., 2010). Di negara berkembang limbah ban bekas merupakan masalah yang sangat lazim dan merupakan limbah padat yang berbahaya bagi lingkungan (Supriyanto & Kristiawan, 2017). Limbah pada ban bekas pakai adalah contoh dari limbah padat pada lingkungan yang kita tiggali (Mahmudi & Mukaromah, 2018).

Selama ini ban bekas hanya dibuang begitu saja sehingga akan mencemari lingkungan saat ditimbun (Eldwita et al., 2020). Penanganan ban yang lain yaitu dengan membakar langsung di ruang yang terbuka. Hal ini akan menimbulkan permasalahan gas polutan hasil pembakaran (Rohmad et al., 2013). Beberapa alternative yang telah dilakukan yaitu dengan menggunakannya sebagai kerajinan seperti meja, kursi, tempat sampah serta kerajinan lainnya (Damanhuri, 2017).

Ban mengandung polimer stirena dan isoprena sehingga proses pengolahannya dengan cara “cracking” yang memerlukan suhu tinggi (Putra et al., 2016). Cara penanganan limbah ban yang bernilai tambah terdegradasi secara termal melalui proses pyrolysis dan juga hydrocracking, yaitu proses cracking dengan membuat ban bereaksi dengan hidrogen dalam wadah tertutup yang dilengkapi dengan motor pada tingkat tertentu. Suhu dan tekanan hidrogen 3-10 MPa. . Keuntungan dari metode pirolisis pembakaran ban bekas adalah pirolisis bekerja tanpa memerlukan campuran udara atau hidrogen dan tidak memerlukan tekanan tinggi seperti hydrocracking (Surono, 2013).

Proses pembakaran dengan pirolisis terdiri dari beberapa tahap, yaitu tahap

pengeringan; Terjadi pada suhu 200 ° C, fase pirolisis pada suhu 200 ° C - 500 ° C, dan fase evolusi gas: terjadi pada suhu 500 ° C - 200 ° C (Ridhuan et al., 2019). Pirolisis akan menghasilkan gas yang kemudian mengembun sebagian, serta padatan yang tidak lagi bereaksi dan tetap berada di dalam reaktor (Pratiwi & Dahani, 2015). Waktu proses pirolisis akan mempengaruhi jumlah produksi bahan bakar cair, semakin lama waktu pirolisis maka kebutuhan akan katalis semakin besar. Semakin banyak katalis yang digunakan, semakin banyak bahan bakar cair yang dihasilkan (Arita et al., 2015).

Penelitian terdahulu yang menggunakan ban bekas dari bengkel yang dicacah dalam ukuran 1 x 1 cm sebanyak 500 gram. Kemudian ban bekas yang sudah dicacah dimasukan kedalam reaktor serta ditambah katalis zeolit dan kemudian dipanaskan dengan temperatur sesuai variabel penelitian selama 3 jam. Analisis karakteristik dengan nilai densitas 0,83204 - 0,85338 gram/cm³ diketahui bahwa temperatur dan katalis berpengaruh terhadap bahan cair yang dihasilkan, banyaknya jumlah katalis yang diberikan maka tinggi densitasnya dan densitas tertinggi terdapat pada pada temperature 350°C.

Kemudian penelitian telah dilakukan terhadap karet ban bekas menggunakan genteng tanah liat sebagai katalis yang sebelumnya membuat modifikasi genteng tanah liat dengan cara menggunakan X-ray Diffactometer (XRD). Melakukan pirolisis pada sampah plastik polipropilen seberat 1,3 kg dari air minum kemasan. Sampah air minum plastik dicuci dan bagiannya diperkecil menjadi kecil kemudian dimasukan ke dalam sistem reaktor pada suhu 450°C. Uap air yang menjadi minyak ditampung kemudian melakukan reforming dengan katalis pecahan genteng tanah yang sudah disiapkan. Pada suhu 400°C proses

tersebut dilakukan, setelah itu uap terperangkap oleh katalis dan kembali dikondensasikan. Katalis fragmentasi ubin mampu meningkatkan pemutusan ikatan rantai karbon secara efektif pada fraksi C10-C12 sebesar 9,75%. Pirolisis menghasilkan minyak dengan viskositas 0,723 cp dan densitas 754,64 kg/m³. Hasil pirolisis berada dalam kisaran standar bensin komersial di Pertamina, sesuai dengan Peraturan Dirjen Minyak dan Gas Bumi Nomor. Kepadatan (60°F) dari 3674 K/24/DJM/2006 adalah 715-80 kg/m³. Berdasarkan data yang ada diperoleh hasil bahwa pecahan genteng tanah liat (Syahputra et al., 2015).

Apabila katalis yang diberikan semakin banyak maka bahan bakar juga menjadi semakin kental. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan katalis zeolit, genteng tanah liat dan katalis campuran pada proses pirolisis terhadap hasil pirolisis limbah ban menjadi bahan bakar cair. Hasil minyak yang dihasilkan dari proses pirolisis akan diuji dengan pengujian massa jenis, viskositas dan nilai kalor.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pirolisis

Berasal dari bahasa Yunani pirolisis dari kata *pyr* yaitu api kemudian *lysis* yaitu memisahkan. Pirolisis diartikan menjadi proses pendegradasian padatan dalam kondisi udara atau oksigen terbatas (Dumilah & Kholidah, 2019).

Ban

Ban menopang beban kendaraan, melindungi roda dan meredam getaran dari permukaan jalan. Ban berbahan dasar karet adalah polimer polistiren sintetis yang tidak mudah didaur ulang dan harus ditangani dengan hati-hati agar tidak merusak lingkungan. Ban bersifat insulasi panas, anti air, tahan panas, bahan kimia, dan antibakteri. Diperlukan waktu sekitar 100 tahun bagi

mikroorganisme untuk menguraikan material ban (Budianto et al., 2021).

Katalis

Katalis adalah senyawa yang bisa menenggikan perlajuan reaksi namun tidak dikonsumsi pada reaksi. Visualisasinya banyak digunakan di lingkungan, laboratorium, juga industri (Shriver and Atkins, 1999). Fungsi katalis adalah untuk menurunkan energi aktivasi. Namun, pengadukan tidak mengubah gaya antara produk dan reaksi. Penambahan katalis pada reaksi akan menurunkan energi aktivasi reaksi. Zat yang bereaksi lebih mudah bergerak dan bereaksi daripada gaya menarik.

Zeolit

Zeolit adalah mineral dengan struktur kristal silika alumina dengan kation basa dan kation alkali tanah. Zeolit memiliki permukaan asam, sehingga berfungsi sebagai katalis. Kation yang menetralkan muatan negatif zeolit dapat ditukar dengan kation lain, dan proses pemanasan membentuk asam Bronsted. Asam Bronsted adalah donor proton yang dapat meningkatkan aktivitas katalis zeolit. Berdasarkan asalnya, zeolit dibedakan menjadi zeolit alam dan zeolit sintetik. Zeolit alam adalah mineral yang ada di alam dan terdiri dari senyawa-senyawa seperti aluminium (Al), silika (Si), dan logam alkali sebagai kation yang seimbang. (Nuryoto et al., 2016).

Genteng Tanah Liat

Genteng tanah liat yang berasal dari lempung merupakan katalisator yg paling baik. Tanah liat adalah sekelompok atom dan partikel supermikroskopik yang berasal dari dekomposisi kimia komponen kofaktor. Tanah lempung bersifat plastis, kadar air sedang sampai tinggi, permeabilitas rendah, ukuran kurang dari 0,002 mm, pasir halus dan keras dalam keadaan kering. Ukuran

partikel ini dikelompokkan ke dalam kelompok atau kelompok berdasarkan diameter, terlepas dari warna, komposisi kimia, berat dan faktor lainnya (Syahputra et al., 2015).

Karakteristik bahan bakar

Sifat-sifat bahan bakar yang digunakan untuk keperluan khusus mesin dan peralatan lainnya harus diketahui terlebih dahulu dan ditujukan untuk mencapai hasil pembakaran yang optimal. Sifat-sifat bahan bakar yang harus diketahui sebagai berikut.

1. Massa jenis

Pengertian massa jenis yaitu ukuran massa benda per satuan volume. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, semakin besar massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata suatu benda adalah jumlah massa dibagi volume total. Semakin tinggi massa jenisnya, semakin kecil volumenya, semakin mirip massanya, semakin rendah massa jenisnya. Massa jenis suatu zat ditentukan karena massa jenis setiap zat berbeda-beda. Massa jenis suatu zat adalah sama tanpa memperhatikan massa dan volume (Santoso, 2010).

2. Viskositas

Cairan yang mengalir melalui tabung dapat dianggap terdiri dari lapisan tipis fluida yang bergerak pada kecepatan yang berbeda sebagai akibat dari gaya kohesif dan adhesif. Gesekan internal fluida dinyatakan dalam viskositas atau viskositas dalam satuan poise. Viskositas dapat didefinisikan sebagai kemampuan zat untuk terbang dalam medium tertentu. Cara untuk mengukur nilai kekentalan suatu cairan yaitu salah satunya adalah dengan menggunakan viskometer. Cara pengukuran dengan viskometer Oswald adalah dengan membandingkan dua jenis zat cair yaitu aquasid dengan zat cair lainnya yang tiap-tiapnya memiliki η_a dan η_x

(Santoso, 2010).

3. Nilai kalor

Low Heating Value (nilai kalor rendah) yaitu banyaknya energi yang dihempaskan selama proses pembakaran bahan bakar yaitu panas laten uap air tidak diperhitungkan atau suhu gas pembakaran setelah pembakaran ditetapkan pada 150 C. Pada suhu ini, air berada dalam fase uap. Jika jumlah panas laten uap air diperhitungkan atau suhu gas buang setelah pembakaran ditetapkan pada 25 C, itu akan memiliki nilai kalori yang tinggi. Pada suhu ini, air berada dalam fase cair (Santoso, 2010).

3. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini merupakan metode eksperimen untuk mendapat data primer dari pengamatan dengan cara langsung pada lapangan. Metode ini dilakukan dengan menggunakan reaktor pirolisis dengan kapasitas 2 liter dan kondensor tipe tube and shell.

Variasi katalis pada proses pengujian menggunakan katalis zeolit, genteng tanah liat dan campuran antara keduanya. Pengujian yang dilakukan yaitu mengenai waktu dan suhu pembakaran, dan sifat-sifat bahan bakar yaitu meliputi densitas (massa jenis), viskositas, juga nilai kalor. Diambil data suhu dan waktu pembakaran, serta karakteristik bahan bakar. Data-data tersebut digunakan untuk mengetahui pengaruh temperatur dan waktu terhadap persentase elemen yang dihasilkan, dan juga untuk membandingkan minyak hasil pirolisis dengan beberapa bahan bakar yang sudah ada sebelumnya.

Metode pada penelitian analisis data menggunakan teknik analisis data kuantitatif dengan analisis statistik deskriptif, sehingga informasi disajikan dengan cara mendeskripsikan informasi yang dikumpulkan tanpa menarik kesimpulan

umum.

Dalam teknik ini akan memberikan deskripsi awal untuk setiap variabel penelitian. Sehingga pada penelitian ini hanya dipaparkan angka-angka pada media pengolah informasi yang dikirimkan lebih mudah untuk dipahami.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan pirolisis limbah ban bekas dilakukan untuk mengkaji pengaruh seri kadar katalis terhadap hasil pirolisis dengan melalui parameter viskositas, masa jenis dan nilai kalor. Percobaan ini dilakukan dengan menggunakan katalis zeolit, genteng tanah liat dan campuran keduanya. Pirolisis dilakukan pada suhu 300°C-410°C dengan waktu pembakaran 0-120 menit dengan interval waktu pengukuran yaitu 10 menit. massa ban yang digunakan adalah 1000 gram. Percobaan menggunakan katalis dengan seri kadar 25%, 50%, 75% dan 100% yang ditambahkan dalam reaktor.

Pembakaran dengan katalis zeolit

Proses pirolisis dengan katalis zeolit parameter yang digunakan untuk proses pirolisis yaitu waktu, suhu, arang, tar, minyak, massa jenis, viskositas, dan nilai kalor. Dari beberapa parameter tersebut, maka dihasilkan data sebagai berikut.

Tabel 1. Hasil pengujian elemen dan karakteristik bahan bakar dengan katalis zeolit

Katalis	Elemen			Karakteristik Bahan Bakar		
	Arang	Tar	Minyak	Densitas	Viskositas	Nilai Kalor
25%	60%	17%	23%	1,0112	1,52	10159,096
50%	64%	11%	25%	1,0161	1,55	10188,456
75%	65%	12%	23%	1,0235	1,64	10254,987
100%	71%	11%	18%	1,0246	1,66	10234,545

Pembakaran dengan katalis genteng

Proses pirolisis dengan katalis genteng tanah liat parameter yang digunakan untuk proses pirolisis yaitu waktu, suhu, arang, tar, minyak, massa jenis, viskositas, dan nilai

kalor. Dari beberapa parameter tersebut, maka dihasilkan data sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil pengujian elemen dan karakteristik bahan bakar dengan katalis genteng tanah liat

Katalis	Elemen			Karakteristik Bahan Bakar		
	Arang	Tar	Minyak	Densitas	Viskositas	Nilai Kalor
25%	54%	23%	23%	1,0163	1,52	10097,376
50%	60%	13%	27%	1,0174	1,55	10137,634
75%	65%	9%	26%	1,0242	1,63	10257,743
100%	69%	12%	19%	1,0263	1,66	10323,157

Pembakaran dengan katalis campuran (zeolit dan genteng tanah liat)

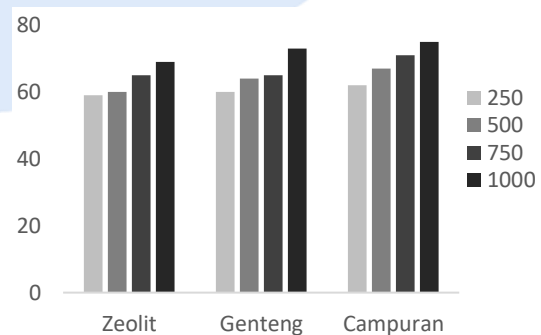
Parameter yang digunakan yaitu waktu, suhu, arang, tar, minyak, masa jenis, viskositas, dan nilai kalor. Dari beberapa parameter tersebut, maka dihasilkan data sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil pengujian elemen dan karakteristik bahan bakar dengan katalis zeolit dan genteng tanah liat

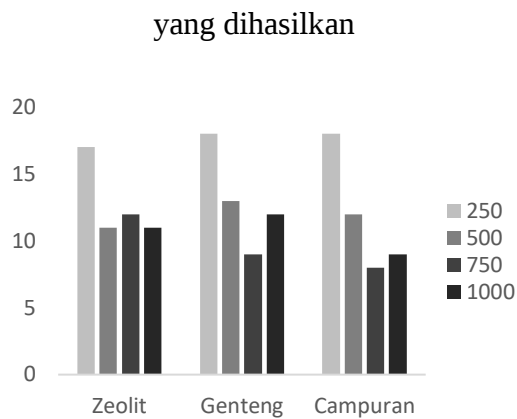
Katalis	Elemen			Karakteristik Bahan Bakar		
	Arang	Tar	Minyak	Densitas	Viskositas	Nilai Kalor
25%	67%	18%	20%	1,0061	1,49	10231,864
50%	71%	12%	19%	1,0065	1,52	10339,645
75%	75%	8%	21%	1,0072	1,51	10508,532
100%	67%	9%	16%	1,0079	1,54	10386,543

Elemen yang dihasilkan

Pembakaran pirolisis ban bekas dilakukan percobaan sebanyak 12 kali dengan menggunakan katalis zeolit, genteng tanah liat dan campuran antara keduanya didapatkan hasil elemen sebagai berikut:



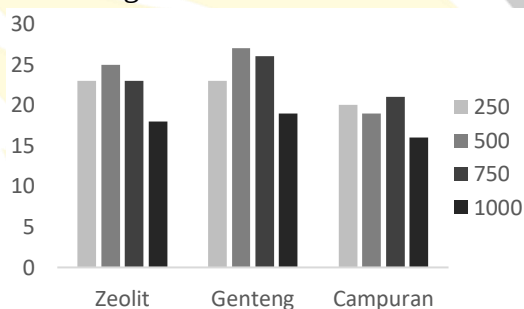
Gambar 1. Persentase elemen arang



Gambar 2. Persentase elemen tar yang dihasilkan

Pada gambar diatas, dapat diketahui tar terbanyak dihasilkan pada proses pirolisis dengan kadar 25% pada tiap persentase katalisnya. pirolisis berlangsung. Jumlah dan komposisi tar yang dihasilkan sangat bergantung pada bahanya.

Tar bercampur dengan bahan bakar cair yang dihasilkan dengan warna bening berbeda dengan bahan bakar pirolisis yang cenderung berwarna hitam.



Gambar 3. Persentase elemen minyak yang dihasilkan

Berdasarkan data, dapat dikatakan bahwa pembakaran menggunakan katalis genteng tanah liat rata-rata menghasilkan elemen arang sebesar 63%, tar sebesar 14%, dan minyak sebesar 23%. Pada katalis zeolit elemen rata-rata yang dihasilkan sebesar arang 65%, tar sebesar 13%, dan minyak sebesar 22%. Kemudian untuk katalis campuran antara zeolit dan genteng tanah

liat rata-rata menghasilkan arang sebesar 68%, tar sebesar 11%, dan minyak sebesar 21%. Berdasarkan data dapat juga diketahui untuk elemen arang paling banyak dihasilkan pada pembakaran menggunakan katalis campuran 1000 gram yaitu sebesar 75%, dan yang terkecil yaitu pada pembakaran menggunakan katalis genteng tanah liat yaitu sebesar 59%.

Untuk elemen tar paling banyak dihasilkan pada pembakaran menggunakan katalis genteng 250 gram dan campuran 250 gram yaitu sebesar 18%, dan yang terkecil pada pembakaran menggunakan katalis campuran yaitu sebesar 8%. Elemen minyak paling banyak dihasilkan pada pembakaran menggunakan katalis genteng 500 gram yaitu sebesar 75%, sedangkan untuk yang terkecil pada pembakaran menggunakan katalis campuran 1000 gram yaitu 16%. Pada proses pirolisis, hydrocarbon.

Pirolisis biasanya menghasilkan produk yang terdiri atas gas (H_2 , CO , CO_2 , H_2O dan CH_4), tar (minyak pirolitik) dan arang. Parameter-parameter yang mempengaruhi laju reaksi pirolisis memiliki hubungan disebut terlalu kompleks, maka dari itu model matematika laju reaksi pirolisis yang dikembangkan oleh masing-masing peneliti selalu memiliki rumus yang berbeda-beda.

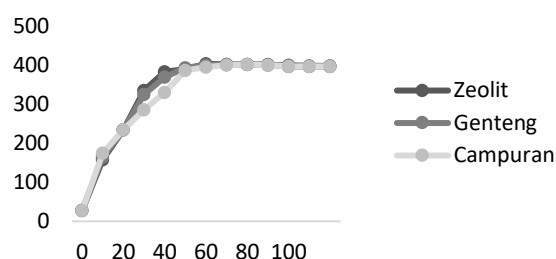
besarnya temperatur setelah melewati temperatur semakin puncak, reaktivitas char juga semakin menurun kemudian komponen waktu akan ada pengaruhnya pada reaksi char (Iswadi, et al., 2017). Artinya penggunaan katalis yang berfungsi untuk mempercepat reaksi dan meningkatkan suhu lebih cepat dapat dikatakan efektif dalam menurunkan reaktivitas char.

Ketika temperatur pirolisis rendah, tetapi penggunaan katalis yang terlalu banyak menyebabkan pembakaran yang terjadi tidak optimal hal ini disebabkan karena produk gas

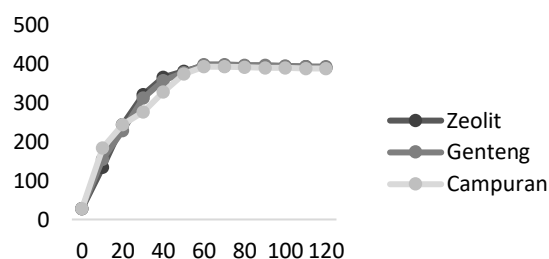
yang melewati katalis mengalami depolimerisasi menjadi senyawa yang lebih sederhana yang menyebabkan fasa gas tidak dapat terkondensasi. Sehingga pada proses pirolisis dengan presentase katalis yang terlalu tinggi menghasilkan minyak yang rendah (Arahim et al., 2021).

Waktu dan Suhu

Berikut adalah data waktu dan suhu yang digunakan pada proses pirolisis Limbah ban bekas.

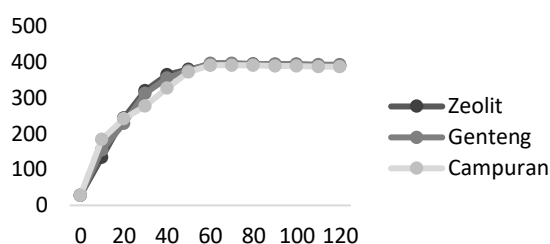


Gambar 4. Perbandingan waktu dan suhu katalis 25%

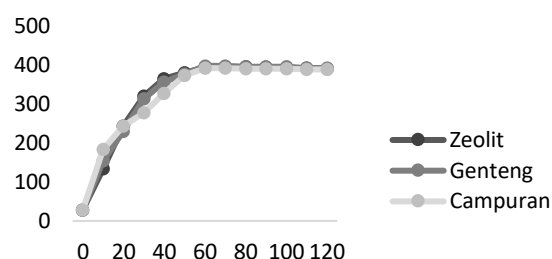


Gambar 5. Perbandingan waktu dan suhu katalis 50%

Berdasarkan gambar pada waktu 10 menit pertama terlihat perbedaan yang cukup signifikan. Pada pembakaran menggunakan katalis zeolit 25% kenaikan suhu sebesar 129°C, katalis genteng 25% sebesar 137°C dan katalis campuran 25% sebesar 147°C. Pada proses pembakaran ban bekas penambahan katalis juga berpengaruh terhadap suhu, semakin banyak katalis yang diberikan maka suhu akan semakin menurun dikarenakan pembakaran yang terjadi kurang sempurna.



Gambar 6. Perbandingan waktu dan suhu katalis 75%



Gambar 7. Perbandingan waktu dan suhu katalis 100%

Pada 10 menit pertama katalis zeolit 100% mengalami kenaikan suhu sebesar 85°C, katalis genteng 100% sebesar 98°C, dan katalis campuran 100% sebesar 101°C. Waktu yang diperlukan untuk terkondensasinya gas hasil pirolisis menjadi cairan menunjukkan bahwa penggunaan katalis dengan presentase 25% dan 50% lebih efektif. terbukti pada pembakaran katalis 25% suhu bisa mencapai 400°C sedangkan pada katalis 100% suhu maksimal yang dicapai sekitar 350°C.

Dalam rentang waktu 0-120 menit, terlihat bahwa suhu dari tiap-tiap pembakaran berbeda walau dalam waktu yang sama. Waktu tersebut menjadi parameter untuk kenaikan suhu dari setiap pembakaran. Pada grafik tersebut terlihat bahwa kenaikan terbesar terjadi pada rentang waktu 50-60 menit dan setelah itu suhu perlahan mulai turun. Suhu akhir tertinggi terdapat pada pembakaran dengan menggunakan katalis genteng tanah liat 25% yaitu 399°C. sementara untuk suhu terendah yaitu menggunakan katalis zeolit 100% yaitu 348°C.

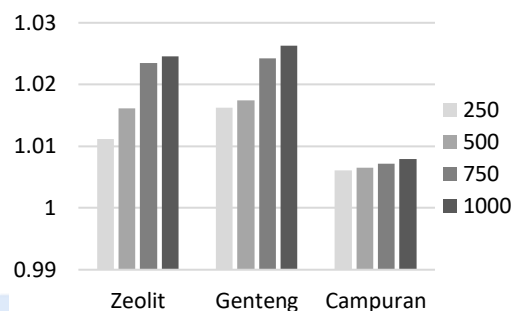
Namun, pada rentan waktu 60-120 menit, suhu yang dicapai relatif konstan, artinya ketika volume gas semakin kecil maka suhu dan tekanan akan konstan, ketika limbah ban di dalam reaktor pirolisis sudah mencapai titik suhu tertentu, maka volume gas yang dihasilkan oleh alat pirolisis akan semakin menurun seiring dengan bertambahnya waktu, karena volume gas sudah banyak yang terkondensasi menjadi minyak cair.

Sehingga dapat dikatakan bahwa kapasitas dan jumlah limbah ban yang digunakan untuk proses pirolisis mempengaruhi volume gas yang dihasilkan. Sehingga lebih banyak dan juga menghasilkan jumlah minyak yang lebih banyak juga. perihal ini sesuai pada hukum gas ideal jika suhu serta tekanan terjaga konstan, volume gas akan berbanding lurus pada banyaknya molekul gas (Tschoegl, 2000).

Setelah mencapai suhu tertinggi pirolisis mengalami suhu yang konstan setelah itu cenderung mengalami penurunan dikarenakan ban bekas yang ada didalam reaktor sudah mulai habis terbakar dan berubah menjadi arang (Ristianingsih, 2015).

Densitas

Dari data terlihat bahwa minyak dengan katalis genteng tanah liat dengan berat 1000 gram memiliki densitas paling tinggi yaitu 1,0263 kg/l dan densitas terendah yaitu pada campuran genteng dan zeolit 250 gram yaitu 1,0061 kg/l. Berikut adalah data perhitungan densitas hasil minyak pirolisis ban bekas.

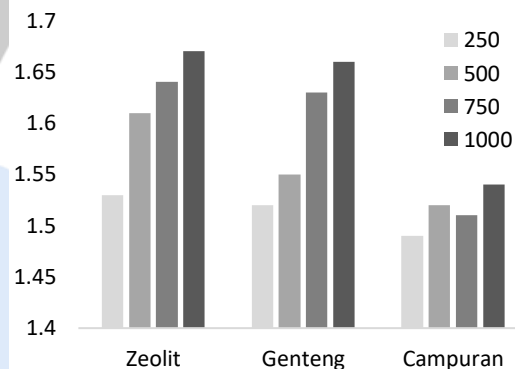


Gambar 8. Densitas

Penggunaan katalis dengan kadar yang lebih sedikit memiliki massa jenis rendah dibandingkan sampel minyak lain yang menggunakan katalis yang lebih banyak. Semakin tinggi kerapatan benda, semakin tinggi volumenya. Semakin rendah densitas material yang digunakan maka semakin banyak air yang diserap material tersebut, yang berakibat pada penurunan kekuatan material tersebut (Kapasiang et al., 2017).

Viskositas

Berikut adalah data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan pada laboratorium CV. Chem Mix Pratama, Bantul, Yogyakarta.



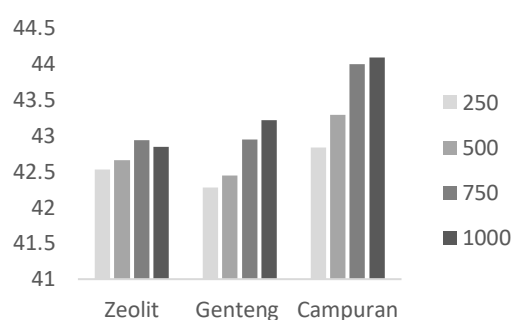
Gambar 9. Viskositas

Dari data tersebut dapat dilihat bahwa dilihat adanya peningkatan seiring dengan pertambahan zeolit. Hasil pengukuran viskositas dari dua belas sampel tersebut memiliki nilai yang tidak beda nyata. Berdasarkan Tabel 4.10 tersebut viskositas terbesar berada pada katalis zeolit 1000 gram adalah 1,67 cp sedangkan nilai viskositas terkecil adalah variasi katalis campuran genteng dan zeolit dengan viskositas 1,49 cp.

Dari tabel dapat dilihat bahwa kekentalan, kekentalan ini dikarenakan tertutupnya pori-pori katalis akibat penggunaan katalis berlebih. Densitas juga mempengaruhi kekentalan viskositas, densitas yang besar maka besar pula nilai kekentalan hasil dari produk dimana penggunaan katalis pada proses pirolisis menghasilkan fraksi ringan setara gasoline (Effendy et al., 2021).

Nilai kalor

Berikut adalah data nilai kalor hasil minyak pirolisis limbah ban, yang didapat melalui pengujian nilai kalor menggunakan alat bom kalorimeter pada laboratorium CV. Chem Mix Pratama, Bantul, Yogyakarta. Nilai kalor yang di dapat berdasarkan pengujian menunjukkan bahwa untuk minyak hasil pirolisis ban bekas dengan menggunakan katalis 250 gram mempunyai nilai kalor yang paling rendah. Data yang kami peroleh adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar.



Gambar 10. Nilai kalor

Sementara untuk yang menggunakan katalis campuran genteng da zeolit 750 gram mempunyai nilai kalor yang paling tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa menggunakan katalis dapat meningkatkan nilai kalor, dan juga jenis katalis dapat mempengaruhi besar kecilnya nilai kalor yang diperoleh. Nilai kalor juga mempengaruhi laju pembakaran, nilai kalor yang besar laju pembakaran pada proses

pembakaran menjadi lambat (Tirono, 2011).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Katalis zeolit dengan kadar 50% menghasilkan minyak terbanyak yaitu 25% dengan karakteristik massa jenis 1,0161 kg/l, viskositas 1,61 dan nilai kalor 42,657 MJ/kg.
2. Katalis genteng tanah liat dengan kadar 50% menghasilkan minyak terbanyak yaitu 27% dengan karakteristik massa jenis 1,0174 kg/l, viskositas 1,55 dan nilai kalor 42,444 MJ/kg.
3. Untuk katalis campuran dengan kadar 75% menghasilkan minyak terbanyak yaitu 21% dengan karakteristik massa jenis 1,072 kg/l, viskositas 1,51 dan nilai kalor 44,001 MJ/kg.
4. Hasil pengujian karakteristik bahan bakar hasil pirolisis limbah ban membuktikan bahwa adanya peningkatan kualitas seiring dengan ditambahkan bantuan katalis, tetapi peningkatan katalis menyebabkan minyak yang dihasilkan menurun.

Saran

Adapun saran yang diberikan sehubungan dengan penelitian mengenai pirolisis limbah ban adalah sebagai berikut:

1. Perlu mendesain ulang alat, dengan beberapa termometer tambahan untuk dipasang pada kondensor dan kompor serta efektifitas panjang pipa agar tidak terjadi kondensasi yang tidak sempurna untuk uap pembakaran.
2. Menambahkan selenoid valve agar tekanan gas dan nyala api kompor dapat menciptakan suhu yang konstan.
3. Melakukan pengujian cetane number untuk studi kelayakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arahim, A. A., Widayat, & Hadiyanto. (2021). PENGARUH KATALIS GENTENG TANAH LIAT DALAM PROSES PRODUKSI BAHAN BAKAR CAIR DARI LIMBAH BAN BEKAS DENGAN PROSES PIROLISIS. *Jurnal Energi Baru & Terbarukan*, 1(2), 51–58. <https://doi.org/10.14710/jebt.2020.9909>
- Arita, S., Assalami, A., & Naibaho, D. I. (2015). Proses Pembuatan Bahan Bakar Cair dengan Katalis Zeolit. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(2), 8–14.
- Budianto, A., Ningsih, E., Susanto, B. D., Syahrie, A. M., Tuhuloula, A., & Kusdarini, E. (2021). Pirolisis Sampah Ban Sepeda Motor dengan Katalis γ -ALUMINA menjadi Fuel. *SENASTITAN* 1, 266–274.
- Dumilah, T. R., & Kholidah, N. (2019). Pengaruh Temperatur terhadap Hasil Pirolisis Limbah Ban menjadi Bahan Bakar Cair menggunakan Katalis Zeolit. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan* (Vol. 2, No. 1).
- Effendy, S., Rusnadi, I., Aina, N., Rossa, B., & Walin, M. (2021). Unjuk Kerja Proses Pirolisis Katalitik Limbah Ban Bekas Menjadi Bahan Bakar Cair Ditinjau Dari Jumlah Katalis, Variasi Temperatur, Dan Waktu Operasi Performance of Tires Waste Catalytic Pyrolysis Into Fuel Oil Observed By the Number of Catalyst, Temper. *Jurnal Kinetika*, 12(01), 32–39. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index%0Asumber>
- Eldwita, K., Lestari, S. D., A., S. E., & Fatria. (2020). Pengaruh Jumlah Katalis dan Temperatur pada Produksi Bahan Bakar Dari Ban Bekas Dengan Metode Perengkahan Katalik. *Jurnal Kinetika*, 11(02), 19–25. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index%0Amerupakan>
- Islam, M. R., Parveen, M., Haniu, H., & Sarker, M. R. I. (2010). Uso de llantas reciclaje. 1(1), 89–96.
- Iswadi, D., Nurisa, F., & Liastuti, E. (2017). Pemanfaatan sampah plastik LDPE dan PET menjadi bahan bakar minyak dengan proses pirolisis. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, 1(2), 1-9.
- Mahmudi, H., & Mukaromah, L. F. (2018). Pengaruh temperatur terhadap hasil proses pirolisis pada ban bekas pakai. *Jurnal Mesin Nusantara*, 1(1), 19–26. <https://doi.org/10.29407/jmn.v1i1.12292>
- Pratiwi, R., & Dahani, W. (2015). PENGARUH PENGGUNAAN KATALIS ZEOLIT ALAM DALAM PIROLISIS LIMBAH PLASTIK JENIS HDPE MENJADI BAHAN BAKAR CAIR SETARA BENSIN. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 1(1), 1–5.
- Putra, A. E. E., Rahman, M., & Aminy,

- A. Y. (2016). Produksi Bahan Bakar Ramah Lingkungan Melalui Proses Pirolisis Limbah Ban. *Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE)*, 20(2), 26–31. <http://cot.unhas.ac.id/journals/index.php/jpe/article/view/17>
- Ridhuan, K., Irawan, D., & Inthifawzi, R. (2019). Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, 8(1), 69–78. <https://doi.org/10.24127/trb.v8i1.924>
- Ristianingsih, Y., Ulfa, A., & KS, R. S. (2015). Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Perekat Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Pirolisis. *Konversi*, 4(2), 45-51.
- Rohmad, A., Sukanto, H., & Raharjo, W. W. (2013). Karakteristik Produk Ubin Dasar Plastik PP dan karet Ban Bekas dengan Metode Pressured Sintering. *Mekanika*, 11(2), 123-129. <https://jurnal.ft.uns.ac.id/index.php/mechanika/article/download/138/131>
- Santoso, J. (2010). Uji sifat minyak pirolisis dan uji performansi kompor berbahan bakar minyak pirolisis dari sampah plastik. *UNS-F. Teknik Jur. Teknik Mesin-I.0406032-2010*
- Bekas Sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Metode Pirolisis. *Jurnal Teknik Atw*, 35–40.
- Surono, U. B. (2013). BERBAGAI METODE KONVERSI SAMPAH PLASTIK MENJADI BAHAN BAKAR MINYAK. *Jurnal Teknik*, 3(21), 3240. <http://jurnalteknik.janabadra.ac.id/wp-content/uploads/2014/03/05-Artikel-Untoro-Revisi.pdf>
- Supriyanto, A., & Kristiawan, Y. Y. (2017). Pemanfaatan Limbah Ban