

SINTESIS ZEOLIT DARI ABU SEKAM PADI SEBAGAI ABSORBAN KARBON MONOKSIDA (CO) KENDARAAN BERMOTOR

Farhani Maula¹, Abdul Haris, Subaer

Pusat Penelitian Geopolimer - Lab. Fisika Material
Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Makassar
Jl. Daeng Tata Raya, Makassar, 90224
¹e-mail : FMaula21@gmail.com

Abstract: *Synthesis of Zeolites from Rice Husk Ash as Carbon Monoxide (CO) Adsorbent for Motorcycle. This study examined the ability of zeolit as absorbent gas emission of carbon monoxide (CO) on motor vehicle. The purpose of this study was to determine the ability of zeolit as absorbent gas emission of carbon monoxide (CO) on motor vehicle. Sample of zeolit divided on 3 sample, FAR_ZA, FAR_ZB and FAR_ZC. In this study sample was used as absorbent as they contain phase FAR_ZB zeolite X that is able to absorb motor vehicle exhaust. Tests performed 4 times with variations of 10, 20, 30 and 40 minutes. The results of XRD analysis showed that the zeolite samples were used as absorbent in this study have been successfully absorb nitrogen oxide, lead oxide and carbon oxides in the exhaust gases of motor vehicles which are harmful if inhaled human oxide. The composition ratio of the amount (wt%) are absorbed differently, depending on the length of the testing process. The morphology of the zeolite showed the difference of the sample before and after the test on the exhaust tested. The longer the test is done then the structure of the test sample more varied.*

Keywords: *rice husk ash, adsorbent, zeolites*

Abstrak: **Sintesis Zeolit dari Abu Sekam Padi sebagai Adsorban Karbon Monoksida (CO) Kendaraan Bermotor.** Penelitian ini mengkaji kemampuan zeolit sebagai adsorban emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan bermotor. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kemampuan zeolit sebagai adsorban emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan bermotor. Sampel zeolit disintesis sebanyak 3 sampel yaitu FAR_ZA, FAR_ZB dan FAR_ZC. Pada penelitian ini sampel yang digunakan sebagai adsorban adalah FAR_ZB karena mengandung fase zeolit X yang mampu menyerap gas buang kendaraan bermotor. Pengujian dilakukan sebanyak 4 kali dengan variasi waktu 10, 20, 30 dan 40 (menit). Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa sampel Zeolit yang digunakan sebagai adsorban dalam penelitian ini telah berhasil menyerap oksida nitrogen, oksida timbal dan oksida karbon pada gas buangan kendaraan bermotor yang merupakan oksida berbahaya jika dihirup manusia. Komposisi perbandingan jumlah (wt%) yang diserap berbeda, tergantung dari lamanya proses pengujian. Morfologi zeolit menunjukkan perbedaan dari sampel sebelum diuji pada knalpot dan setelah diuji. Semakin lama pengujian yang dilakukan maka struktur dari sampel uji semakin bervariasi.

Kata Kunci: abu sekam padi, adsorbant, zeolit

Zeolit merupakan suatu kelompok mineral yang dihasilkan dari proses hidrotermal pada batuan beku basa. Mineral ini biasanya dijumpai mengisi celah-celah ataupun rekahan dari batuan tersebut. Selain itu zeolit juga merupakan endapan dari aktivitas vulkanik yang banyak mengandung unsur silika (Saputra, 2006)

Istilah zeolit merujuk pada jaringan polimer anorganik tiga dimensi dari keluarga Kristal aluminasilikat. Mineral zeolit terbentuk dari tetrahedral (Si,Al)O₄ yang saling berhubungan dengan penggunaan bersama atom hidrogen

(Subaer, 2012). Zeolit sintesis adalah suatu senyawa kimia yang mempunyai sifat fisik dan kimia yang sama dengan zeolit alam. Zeolit ini dibuat dari bahan lain dengan proses sintesis. Karena secara umum zeolit mampu menyerap, menukar ion dan menjadi katalis (Saputra, 2006)

Menurut Maria Ulfa (2006), lebih dari 150 tipe zeolit sintetik dan 40 mineral zeolit telah diketahui. Beberapa jenis zeolit berdasarkan rasio Si/Al diantaranya, zeolit silika rendah dengan perbandingan Si/Al 1-1,5, memiliki konsentrasi kation paling tinggi dan mempunyai sifat

adsorpsi yang optimum, contohnya adalah zeolit A dan zeolit X; zeolit silika sedang, yang mempunyai perbandingan Si/Al 2-5, contohnya adalah Modernit, Erionit, klinoptilolit, dan zeolit Y; zeolit silika tinggi, dengan perbandingan Si/Al antara 10-100, bahkan lebih contohnya adalah ZSM-5.

Sejak abad ke-18 penelitian membran mulai dilakukan. Membran pertama kali dibuat oleh Nollet pada tahun 1748 yang menggunakan membran untuk menjelaskan permeasi air melewati diafragma melalui proses osmosis. Setelah itu, penelitian tentang membran terus berlanjut, diantaranya membran digunakan untuk transport elektrolit, difusi larutan, penyulingan air laut, daur ulang hidrogen dan masih banyak lagi.

Saat ini, teknologi membran sedang mengalami perkembangan yang cukup signifikan. Membran telah tersedia dalam berbagai bentuk, konfigurasi dan ukuran sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Membran mulai digunakan dalam dunia industri seperti industri kertas dan industri farmasi (Murder, 1996).

METODE

Penelitian ini diarahkan pada pengembangan bahan, sintesis, karakterisasi, dan pengujian zeolit berbahan dasar abu sekam padi sebagai absorban emisi gas karbon monoksida (CO) kendaraan bermotor.

Zeolit disintesis menggunakan abu sekam padi, $Al_2(SO_4)_3$ dan larutan NaOH dengan jumlah NaOH yang divariasikan. Bahan-bahan yang digunakan dicampur dan dipanaskan di atas *Thermoline* pada suhu $80^{\circ}C$ hingga sampel mengental. Setelah mengental sampel dipindahkan ke dalam piring dan dipanaskan kembali menggunakan oven selama 1,5 jam. Setelah mengering sampel kemudian digerus.

Tahap pengujian zeolit dilakukan dengan memasukkan serbuk zeolit atau zeolit yang telah digerus ke dalam pipa paralon, kemudian kedua ujung pipa dibungkus kain agar serbuk tidak

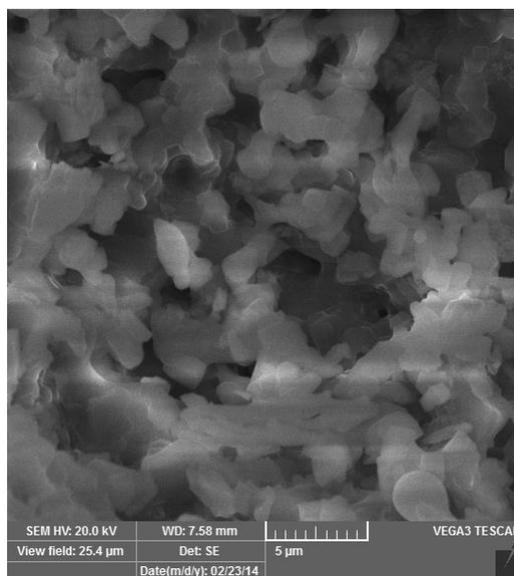
terlempar keluar dari pipa saat terkena gas knalpot setelah itu memasukkan sampel zeolit yang telah dibuat ke dalam knalpot.

Pengujian dilakukan dengan cara menyalakan motor dengan tujuan gas buang motor dalam bentuk karbon monoksida (CO) akan tersaring oleh membran zeolit sehingga udara dapat terbebas dari gas buang CO kendaraan bermotor.

HASIL DAN DISKUSI

A. Karakterisasi Bahan Dasar

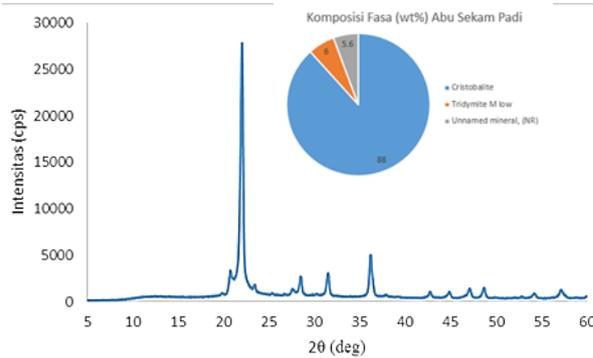
Gambar 1 memperlihatkan citra SEM abu sekam padi yang merupakan bahan dasar dari penelitian ini dengan scale bar 5μ yang diambil menggunakan SEM. Dari gambar diperlihatkan morfologi abu sekam padi berbentuk butiran yang seragam dan komposisi atom sama ditandai dengan intensitas cahaya atau skala abu-abu dari abu sekam padi tampak seragam, yang menandakan bahwa sampel mengandung unsur Si yang tinggi.



Gambar 1. Citra SEM abu sekam padi

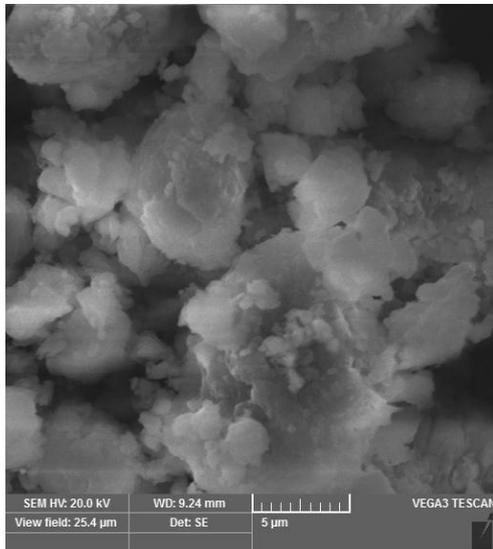
Dari hasil karakterisasi abu sekam padi menggunakan XRD menunjukkan fase SiO_2 sebesar 88 wt%, *tridymite* 6 wt% dan pengotor berupa TiO_2 sebesar 5,6 wt%. Gambar 2

menunjukkan hasil karakterisasi XRD dari abu sekam padi.



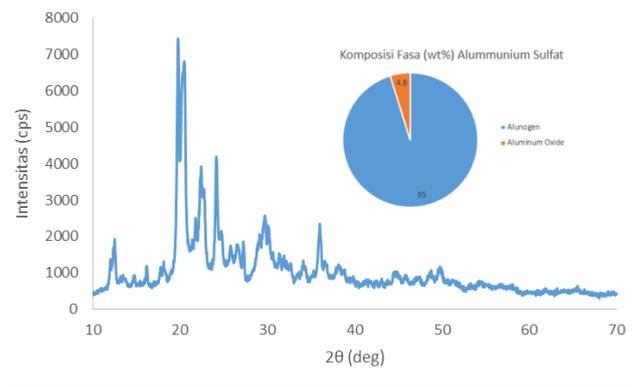
Gambar 2. Hasil Karakterisasi XRD Abu Sekam Padi

Bahan dasar lain yang digunakan adalah *Aluminium sulfate* ($Al_2(SO_4)_3$). Gambar 3 berikut memperlihatkan citra SEM aluminium sulfat yang merupakan bahan dasar dari zeolit sintesis dengan *scale bar* 5µ. Terlihat morfologi sampel dengan ukuran butir yang tidak seragam dan permukaan yang tidak rata.



Gambar 3. Citra SEM Alumunim Sulfat

Dari hasil karakterisasi alumunium sulfat menggunakan XRD menunjukkan fase Alumunium sulfat dalam bentuk Alunogen sebesar 95 wt% dan *aluminium oxide* sebesar 4,8 wt%.



Gambar 4. Hasil Karakterisasi XRD Alumunim Sulfat

1. *Karakterisasi Zeolit*

Sampel zeolit disintesis dengan mencampurkan abu sekam padi, $Al_2(SO_4)_3$, H_2O dan NaOH. Pada penelitian ini dibuat 3 sampel dengan komposisi yang bervariasi dan mempertahankan parameter lain.

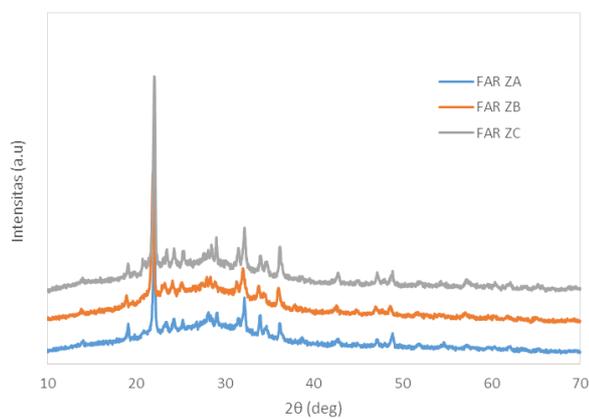
Tabel 1 Perbandingan Komposisi Zeolit Sintesis

Nama Sampel	Abu			
	Sekam Padi (gram)	$Al_2(SO_4)_3$ (gram)	NaOH (gram)	H_2O (gram)
FAR ZA	30	7,5	15	40
FAR ZB	30	7,5	17,5	40
FAR ZC	30	7,5	20	40

Parameter jumlah NaOH sangat mempengaruhi jenis dan karakter dari zeolit hasil sintesis karena mempengaruhi jumlah komponen dari silika dan komponen lainnya. Variasi jumlah NaOH diharapkan semakin banyak NaOH yang digunakan dalam sintesis zeolit maka semakin tinggi pula fasa (wt%) zeolit yang terbentuk.

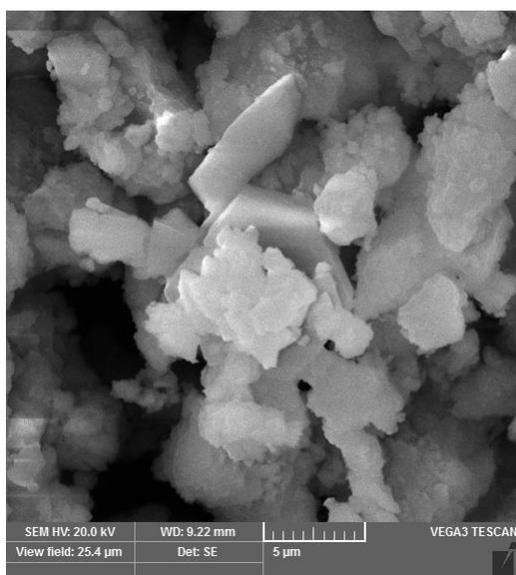
Pada gambar 5 menunjukkan adanya perbedaan bidang pemantul pada sudut 2θ 21,9° dan pada sudut 2θ 28,25° untuk difraktogram kedua, hal ini dikarenakan adanya perbedaan jumlah NaOH yang diberikan pada masing-masing sampel yang mengakibatkan perbedaan fase zeolit yang terbentuk. Untuk sampel FAR

ZA fasa zeolit yang terbentuk sebesar 1 wt% dalam bentuk Jadeit, sampel FAR ZB fasa zeolit yang terbentuk sebesar 2,4 wt% dalam bentuk zeolit X dan sampel FAR ZC fase zeolit yang terbentuk sebesar 1,1 wt% dalam bentuk Sodalite.



Gambar 5. Grafik perbandingan hasil karakterisasi XRD ketiga sampel zeolit.

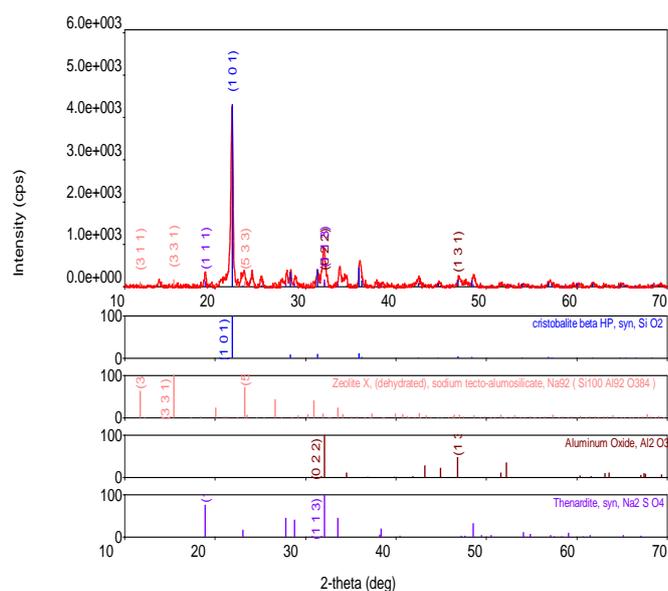
Pada penelitian ini yang digunakan sebagai absorbans adalah sampel FAR ZB yang merupakan zeolit X. Gambar 6 menunjukkan morfologi sampel zeolit FAR ZB yang digunakan sebagai absorbans.



Gambar 6. Citra SEM sampel zeolit FAR ZB

Dapat dilihat dari gambar bahwa masih banyak fase amorf dari zeolit, hal ini dikarenakan beberapa dari bahan belum berikatan untuk

membentuk kristal zeolit. Tampak pada gambar bahwa sampel yang disintesis sudah mulai membentuk nukleasi atau cikal bakal Kristal zeolit, hal ini bersesuaian dengan dengan hasil karakterisasi XRD yang menunjukkan bahwa fasa zeolit yang terbentuk hanya sebesar 2,4 wt%, sehingga struktur Kristal yang ditunjukkan oleh citra SEM belum sepenuhnya berbentuk kristal kubik.



Gambar 7. Analisis *search and match* sampel zeolit FAR ZB

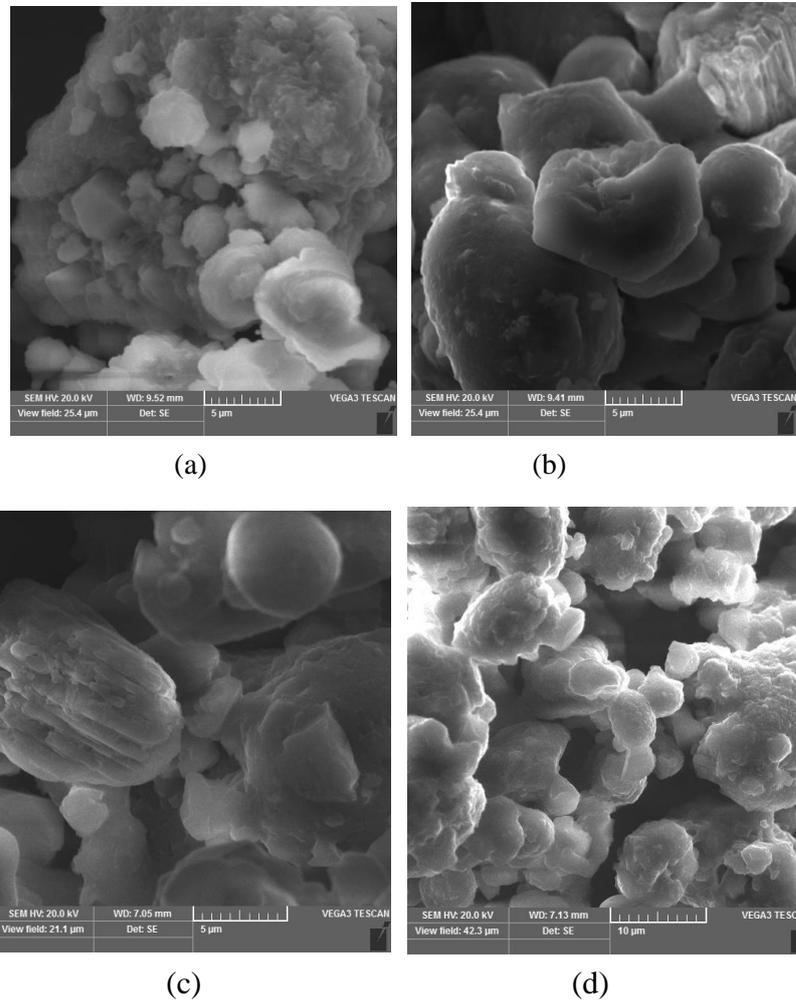
Gambar 7 menunjukkan komposisi fasa (wt%) yang diperoleh yaitu *cristobalite beta HP*, fase *sodium tecto-alumosilicate* (zeolit X), fase *Thernadite* dan fasa *aluminum Oxide*. Hasil analisis *search and match* menunjukkan fase zeolit X yang terbentuk ditandai dengan bidang pemantul (3 1 1), (3 3 1) dan (5 3 3).

2. Hasil Pengujian Zeolit

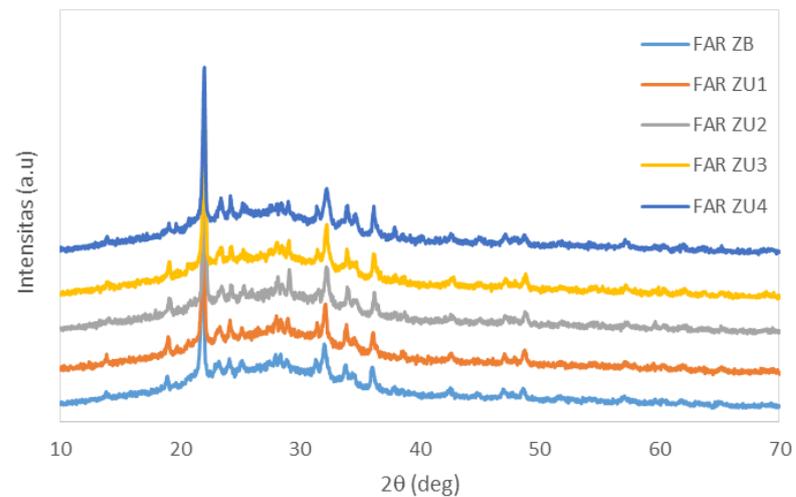
Sampel zeolit FAR ZB yang diketahui memiliki fase zeolit X selanjutnya dipakai sebagai sampel uji untuk mengabsorpsi karbon monoksida (CO) pada knalpot motor. Sampel diuji dengan waktu yang bervariasi yakni 10 menit, 20 menit, 30 menit dan 40 menit.

Dari hasil karakterisasi menggunakan SEM seperti yang ditunjukkan pada gambar 8 terlihat bahwa terjadi perubahan struktur dari zeolit yang

telah diuji hal ini dikarenakan jenis oksida yang berhasil ditangkap oleh sampel zeolit uji tersebut.



Gambar 8. (a) Morfologi sampel FAR ZU1, (b) Morfologi sampel FAR ZU2, (c) Morfologi sampel FAR ZU3, (d) Morfologi sampel FAR ZU4.



Gambar 9. Grafik perbandingan hasil karakterisasi XRD sampel zeolit sebelum dan setelah diuji

Gambar 9 menyajikan grafik perbandingan sampel zeolit FAR_ZB (sebelum uji) dengan keempat sampel uji (ZU1, ZU2, ZU3 dan ZU4). Dari gambar 9 tersebut tampak bahwa pada keempat sampel yang telah diuji, muncul puncak-puncak baru yang menandakan sampel zeolit dapat mengabsorpsi oksida yang dikandung gas buang kendaraan bermotor.

Dapat kita lihat pada tabel 2 kandungan oksida dari sampel zeolit. Seperti yang kita lihat bahwa ada beberapa oksida yang berhasil diserap oleh absorban zeolit seperti yang ditunjukkan pada tabel 3 berikut.

Tabel 2. Daftar komposisi hasil karakterisasi XRD sampel zeolit sebelum dan setelah diuji.

Nama Oksida	Persentasi komposisi fasa (wt%) untuk 5 sampel				
	ZB	ZU1	ZU2	ZU3	ZU4
Cristobalite	70	35	41	53	35
Aluminum Oxide	13	26	41	26	24
Sodium tecto-alumotrisilicate	2.4 (zeolit x)	0.24 (zeolit x)	1.1	11 (Disodiumhe ptaoxo trisilicate)	11 (sanidine)
Thenardite	14	-	-	-	-
C ₈	-	11.8	-	-	10.3
PbO ₂	-	-	1.3	-	0.3
N ₂ O ₄	-	8.7	6.2	10	8.1
CO	-	18	9	-	12

Tabel 3. Kandungan oksida yang berhasil diserap oleh keempat sampel zeolit uji.

Waktu pengujian (menit)	Emisi gas buang (wt%)			
	C8	N ₂ O ₄	CO	PbO ₂
10	11.8	8.7	18	-
20	-	6.2	9	1.3
30	-	10	-	-
40	10.3	8.1	12	0.3

Dapat kita lihat pada tabel bahwa semakin lama sampel zeolit diuji maka semakin banyak oksida yang diserap. Pada pengujian 40 menit keempat oksida (C8, N₂O₄, CO, PbO₂) berhasil diserap, berbeda dengan ketiga sampel zeolit

yang lain (pengujian 10, 20 dan 30 menit). Hal ini terjadi karena waktu pengujian yang lama akan memberikan kesempatan kepada zeolit untuk menyerap lebih banyak oksida. Jenis oksida yang diserap juga bergantung pada

kondisi kendaraan serta bahan bakar yang digunakan. Oksida-oksida yang berhasil diserap tersebut merupakan oksida berbahaya. Kelemahan dari penelitian ini adalah adanya variabel yang tidak dikontrol yaitu bahan bakar dan kondisi kendaraan yang digunakan untuk menguji sampel zeolit.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Zeolit X telah berhasil disintesis dengan menggunakan bahan dasar $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$.
- b. Zeolit X yang digunakan sebagai absorban berhasil menyerap *Timbal oxide* (PbO_2) dan *nitrogen oxide* (N_2O_4), karbon monoksida (CO) dan *octacarbon* pada gas buangan kendaraan bermotor yang merupakan oksida berbahaya jika dihirup manusia. Komposisi perbandingan jumlah (wt%) yang diserap berbeda, tergantung dari lamanya proses pengujian.

DAFTAR RUJUKAN

- Eli Maria Ulfah, dkk., 2006. Optimasi Pembuatan Katalis Zeolit dari Tawas, NaOH dan Water Glass dengan Response Surface Methodologi. Bulletin of Chemical Reaction Engineering, pp.26-32.
- Murder, M., 1996. Basic Principles of Membrane Technology. Edisi Kedua ed. London: Kluwer Academic Publishers.
- Saputra, R., 2006. Pemanfaatan Zeolit Sintesis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri. s.l.:s.n.
- Subaer, 2012. Pengantar Fisika Polimer. Makassar: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.