



Persentase Penurunan Kadar Gas Karbon Monoksida dengan Membran Zeolit ZSM-5 Secara *Coating* Berdasarkan Variasi Jenis Kasa dan Waktu Kontak

The Percentage of Decrease in Carbon Monoxide Gas Levels with ZSM-5 Zeolite Membrane by Coating Based on Variations in Gauze Type and Contact Duration

Fitri Nur Amaliyah¹, Ana Hidayati Mukaromah²

Universitas Muhammadiyah Semarang

Corresponding email: syahidahelfitria@gmail.com, ana_hidayati@unimus.ac.id

Riwayat Artikel: Dikirim; Diterima; Diterbitkan

Abstrak

Pencemaran udara dari sumber transportasi di Indonesia adalah 70,50% berasal dari gas karbon monoksida. Karbon monoksida (CO) merupakan komponen gas yang beracun, emisi gas CO apabila terhirup oleh manusia akan mengakibatkan pengikatan haemoglobin sehingga menyebabkan penghambatan suplai O₂ dalam darah dan mengakibatkan meningkatnya resiko kematian. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya pengendalian gas buang pada kendaraan bermotor, salah satunya dengan pemasangan *catalytic converter* pada saluran pembuangan gas kendaraan bermotor. Gas CO dapat diadsorpsi dengan beberapa adsorben salah satunya menggunakan zeolit ZSM-5. Membran ZSM-5 adalah suatu membran yang disintesis dari penyangga kasa AISI 316-180, 304-200, dan 304-400 yang sudah diberi perlakuan dibenamkan pada prekursor zeolit ZSM-5. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase penurunan kadar gas CO pada gas buang kendaraan bermotor menggunakan membran Zeolit ZSM-5 dan variasi waktu kontak. Objek penelitian ini adalah gas CO kendaraan bermotor berkecepatan 1500 rpm yang dilewatkan pada kasa membran ZSM-5 dengan variasi waktu kontak. Hasil penelitian adalah kadar gas CO awal sebesar 0,37%. Persentase penurunan kadar gas CO tertinggi yaitu 51,35% menggunakan penyangga kasa 304-400 dengan waktu kontak 30 menit. Ada pengaruh variasi jenis kasa dan waktu kontak terhadap persentase penurunan kadar gas CO.

Kata kunci: Membran ZSM-5, Penyangga kasa, waktu kontak, kadar gas CO

Abstract

Air pollution from transportation in Indonesia is 70.50% of carbon monoxide gas. Carbon monoxide (CO) is a poisonous gas component, If CO gas is inhaled by humans, it will cause binding of hemoglobin so it causes inhibiting the supply of O₂ in the blood and result in an increased risk of death. Thus, it needs to conduct efforts to control exhaust gas in motor vehicles, one of which is by installing catalytic converters in motor vehicle gas drainage. CO gas can be adsorbed with several adsorbents such as using zeolite ZSM-5. ZSM-5 Membrane is one of membranes synthesized from the AISI gauze buffer 316-180, 304-200, and 304-400 which have been treated by embedding in the ZSM-5 zeolite precursor. This research aimed to find out percentage of the decrease in CO gas of motor vehicle exhaust gas using ZSM-5 Zeolite membrane and contact duration variations. Object of this research was CO gas of 1500 rpm motor vehicles which were passed on the ZSM-5 membrane gauze with variations in contact duration. The result of the research showed that the initial CO gas level was 0.37%. the highest percentage of CO gas level was 51.35% using gauze of 304-400 in 30 minutes. There was effect of gauze variation and duration toward percentage of the decrease in CO gas level.

Keywords: ZSM-5 Membrane, Gauze, Contact Duration, CO gas level



PENDAHULUAN

Polusi udara merupakan masalah yang sangat umum terjadi pada lingkungan perkotaan. Salah satu penyebab terjadinya polusi udara adalah hasil dari gas buang kendaraan bermotor. polusi udara yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor sebesar 70-80%, sedangkan pencemaran udara akibat industri dan lain-lain berada dalam kisaran 20-30% (Maryanto.,dkk 2009). Besarnya persentase pencemaran udara dari sumber transportasi di Indonesia adalah 70,50% CO, 18,34% HC, 8,89% NO_x, 0,88% SO_x, dan 1,33% partikel (Wardhana, 2001).

Karbon monoksida (CO) merupakan komponen gas yang beracun dan mengganggu kesehatan. Gas CO dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna yang terjadi pada kendaraan bermotor, yang disebabkan karena kekurangan oksigen dalam proses pembakaran. Gas CO bersifat tidak berbau, tidak berasa, dan tidak berwarna sehingga gas tersebut sangat sulit diketahui keberadaannya. Emisi gas CO apabila terhirup oleh manusia akan mengakibatkan pengikatan haemoglobin menjadi *carboxyhaemoglobin* sehingga menyebabkan penghambatan suplai O₂ dalam darah dan mengakibatkan meningkatnya resiko kematian (Zulfah, 2011).

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.5 Tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan ≤ 2010 adalah 4,5 % dan kendaraan ≥ 2010 1,5 % (Irawan, B., 2015). Oleh karena itu perlu dilakukan upaya pengendalian gas buang pada kendaraan bermotor agar dapat memenuhi batas konsentrasi polusi udara, salah satunya dengan pemasangan *catalytic converter* pada saluran pembuangan gas kendaraan bermotor. *Catalytic converter* adalah suatu alat yang dipasang di mobil dan kendaraan bermotor, yang berfungsi untuk mengurangi emisi gas buang pada kendaraan tersebut. *Catalytic converter* mengkonversi senyawa-senyawa toksik (racun) dalam gas buang menjadi kurang toksik atau tidak toksik (Mokhtar, 2015).

Gas CO dapat diadsorpsi dengan beberapa adsorben yaitu karbon aktif dengan modifikasi bahan alam, oksida logam, dan penggunaan zeolit. Zeolit ZSM-5 merupakan zeolit dengan ukuran pori menengah (5,1-5,6 Å) dengan struktur pori tiga dimensi. Sifat asam yang dimiliki oleh ZSM-5 menyebabkan zeolit ini sering digunakan sebagai katalis konversi gas di bidang petrokimia dan petrokimia (Mukaromah, A.H., dkk, 2018). Zeolit ZSM-5 mempunyai luas permukaan yang besar dan mempunyai saluran yang dapat menyaring ion atau molekul. Manfaat zeolit yaitu dapat sebagai; Penyaring molekul, penukaran ion, penyaring bahan, katalisator (Nurropiah dkk, 2015).

Pemilihan penyangga sangat penting dengan mempertimbangkan harga, konduktivitas termal, kualitas anti korosi, dan kekuatan mekanik. Bahan kasa *stainless steel* sangat dipromosikan penyangga untuk membran mikropori, karena *stainless steel* merupakan logam paduan dari beberapa unsur logam, bersifat tahan korosi, kuat dan tahan terhadap reaksi oksidasi dan merupakan bahan yang ramah lingkungan (Holmbergh, 2008). Muniarti dalam Mukaromah, A.H, (2018) Ada beberapa tipe kasa *stainless steel*, diantaranya 304 dan AISI 316. Kasa *stainless steel* tipe AISI 316 lebih baik daripada 304, karena AISI 316 mengandung unsur Nikel minimal 10,5% . Adanya perbedaan bentuk permukaan antara bahan kasa dan zeolit ZSM-5, hal ini menyulitkan membran tumbuh sangat baik di atas permukaan kasa, sehingga diperlukan beberapa perlakuan terhadap kasa sebelum digunakan sebagai penyangga membran zeolit. Membran ZSM-5 disintesis dari prekursor ZSM-5 yang dicoatingkan pada penyangga *stainless steel* selama 4 hari pada suhu 90°C. Berdasarkan



kemampuannya, aplikasi membran ZSM-5 mampu digunakan untuk menurunkan jumlah kadar gas CO pada ruangan dan emisi gas buang pada kendaraan bermotor.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase penurunan gas karbon monoksida dengan membran zeolit ZSM-5 secara *coating* berdasarkan variasi jenis kasa *stainless steel* 304 ukuran 200 mesh, 400 mesh, dan jenis kasa AISI 316 ukuran 180 mesh setelah adanya pre-treatment direndam dengan NaOH 15%, HCl 15% dan dielektrooksidasi dengan H₂SO₄ 20%, dengan waktu kontak 10 menit, 20 menit, dan 30 menit. Produk membran zeolit ZSM-5 diaplikasikan sebagai adsorben dalam *catalytic converter* dari gas buang kendaraan bermotor untuk mengubah gas CO menjadi gas yang tidak beracun.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental laboratorium. Obyek penelitian ini menggunakan membran zeolit ZSM-5 yang telah disintesis secara *coating* pada suhu rendah dengan variasi jenis kasa *stainless steel* sebagai penyangga membran dengan penambahan PVA 10% sebagai bahan perekat yang telah dilewatkan gas karbon monoksida dari mesin kendaraan bermotor berkecepatan 1500 rpm dengan waktu kontak 10, 20, dan 30 menit, sehingga terjadi penurunan kadar gas CO pada emisi gas buang kendaraan bermotor. Pengulangan sampel dilakukan masing-masing sebanyak 3 kali.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: gelas kimia, pipet tetes, batang pengaduk, pipet volum, gelas ukur, pH meter, neraca analitik, corong buchner, oven, sitter/shaken, wadah polipropilen, Gas Emission Analyzer, elektrooksidasi, ultrasonic cleanser, muffle furnace, mesin engine kijing 7k, manifold mobil type Ns 40. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kasa *Stainless Steel* 304 ukuran 200 mesh, 400 mesh, AISI 316 ukuran 180 mesh, Ludox HS 40%, NaAlO₂, NaOH 50% b/v, TPABr, HNO₃, HCl, H₂SO₄, dan PVA (Polyvinyl Alcohol).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1:
Data penurunan kadar gas CO dengan variasi jenis kasa dan waktu kontak

Variasi jenis kasa	Persentase (%) penurunan kadar gas CO dengan variasi waktu kontak (menit)			
	0	10	20	30
0	0,37	-	-	-
AISI 316-180		50,44	49,54	47,80
304-200		47,80	42,34	37,83
304-400		45,04	48,64	51,35

Berdasarkan Tabel 1 didapatkan kadar gas CO sebesar 0,37% kemudian dilewatkan membran zeolit ZSM-5 dengan variasi kasa dan waktu kontak selama 10, 20, dan 30 menit. Hasil persentase penurunan kadar gas CO tertinggi yaitu 51,35% menggunakan membran zeolit ZSM-5 dengan penyangga kasa 304-400 dan waktu kontak 30 menit. hal ini disebabkan ukuran mesh dalam 1 inch (2,54 cm×2,54 cm) terdapat 400 lubang, maka kerapatannya atau jarak antar lubang semakin kecil dibanding dengan penyangga kasa 316-180 dan 304-200,

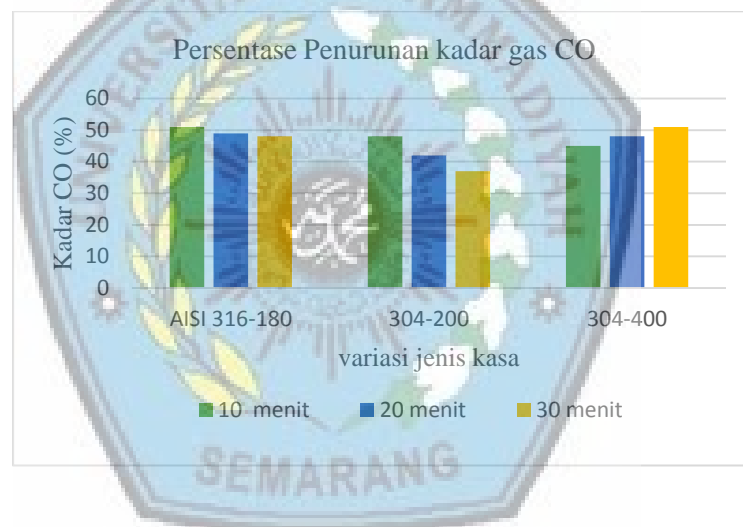
sehingga prekursor zeolit ZSM-5 yang menempel pada permukaan lubang kasa semakin banyak.

Jenis kasa AISI-180 dan 304-200 mesh diharapkan juga mengalami kenaikan pada persentase penurunan gas CO namun karena ukuran mesh lebih besar mengakibatkan jumlah zeolit ZSM-5 yang menempel pada permukaan kasa AISI 316-180 dan kasa 304-200 semakin sedikit, sehingga pada saat membran ZSM-5 dilewati oleh gas CO dengan kecepatan tinggi terjadi kerapuhan pada permukaan kasa tersebut dan menyebabkan gas CO lolos dalam proses penyaringan. Membran dengan kasa AISI 316-180 lebih tinggi dalam menurunkan kadar gas CO daripada kasa membran 304-200 hal ini disebabkan oleh kandungan nikel dari kasa AISI 316-180 lebih banyak daripada 304-200. Penggunaan PVA dengan konsentrasi 10% yang bertujuan dalam meningkatkan perlekatan membran zeolit ZSM-5 pada kasa penyangga memberi hasil rekat membran zeolit ZSM-5 yang lebih tinggi daripada kasa membran tanpa bahan tambahan perekat.

Persentase penurunan kadar gas CO pada emisi gas buang kendaraan bermotor setelah perlakuan menggunakan ZSM-5 dengan variasi jenis kasa AISI 316-180, 304-200, dan 304-400 mesh dengan waktu kontak 10, 20, dan 30 menit tertera pada Gambar 2.

Gambar 2:

Grafik persentase (%) penurunan kadar gas CO sesudah perlakuan.



Data hasil penelitian diuji secara statistik dengan diawali uji asumsi dasar yaitu uji normalitas. Uji normalitas diperoleh nilai sig 0,000 ($< 0,05$) dari setiap variabel penelitian yang artinya sebaran data tersebut berdistribusi tidak normal. Berdasarkan hasil uji normalitas didapatkan sebaran data yang tidak normal, maka uji lanjutan untuk penelitian adalah uji non parametrik yaitu Kruskal Wallis. Analisis data dengan uji kruskal wallis menunjukkan nilai signifikansi 0,009 ($< 0,05$) maka dapat diartikan bahwa H_a diterima, hal ini menunjukkan ada pengaruh variasi jenis kasa membran zeolit ZSM-5 yang disintesis secara coating pada suhu 90°C dan waktu kontak *Catalytic Converter* terhadap penurunan kadar gas CO.

KESIMPULAN

Hasil penelitian penurunan kadar gas CO menggunakan membran zeolit ZSM-5 berdasarkan variasi jenis kasa dan waktu kontak dengan pre-treatment dielektrooksidasi adalah kadar gas CO sebelum membran sebesar 0,37% dan persentase penurunan kadar gas CO setelah pemasangan membran secara berturut-turut dari yang tertinggi adalah membran



ZSM-5 dengan penyangga kasa 304-400, AISI 316-180, dan 304-200 dengan persentase penurunan gas CO selama 30 menit adalah 51,35%; 47,80%; 37,83%. Persentase penurunan kadar gas CO tertinggi adalah membran ZSM-5 dengan penyangga kasa 304-400 dengan waktu kontak 30 menit sebesar 51,35 %. Hal ini menunjukkan Ada pengaruh variasi jenis kasa membran zeolit ZSM-5 yang disintesis secara coating pada suhu 90°C dan waktu kontak *Csatalytic Converter* terhadap penurunan kadar gas CO.

DAFTAR PUSTAKA

- Gao Y, Chen M, Zhang T, dan Zhen g X, 2011, 'A novel method for the growth of ZSM-5 zeolite membrane on the surface stainless steel', *Journal of Material letter*, 65. 2789-2792.
- Holmbergh, B, 2008, '*Stainless Steels: Their properties and suitability to welding*, Avesta Polarit, Sweden, Vol. 4, No. 2 hal: 52-56.
- Irawan, B. 2015. Berita Terkini. Suara Merdeka
- Irawan, B. 2012. Rancang Bangun Catalytic Converter Material Substrat Tembaga Berlapis Mangan Untuk Mereduksi Emisi Gas Karbon Monoksida Motor Bensin. *Jurnal UNIMUS*, pp 409-422.
- Nurropiah, P., Mukaromah, A.H., Sitomurti D.H. (2015): Penurunan kadar krom (VI) dalam ir menggunakan zeolit ZSM-5 dengan variasi konsentrasi dan lama waktu perendaman. Seminar Nasional Bidang MIPA dan Kesehatan The 2rd University Research Colloquium 2015. ISSN 2407-9189, 445-450
- Maryanto, D., Mulasari, S.A., dan Suryani, D., 2009, Penurunan kadar emisi gas buang Karbon Monoksida (CO) dengan Penambahan Arang Aktif Pada Kendaraan Bermotor di Yogyakarta, *KESMAS UAD*, 3 (3), 198-205.
- Mokhtar, A. Catalytic Converter Jenis Katalis Plat Tembaga Berbentuk Sarang Lebah Untuk Mengurangi Emisi Kendaraan Bermotor. *Jurnal Gamma*. September 2014, Malang, Indonesia. Hal. 104-108.
- Mukaromah, A.H., Kadja. G. T. M., Mukti, R. R., Pratama, I. R., Zulfikar, M. A., Buchari, B. 2016. The surface to volume ratio of reactor governing the low temperatur crystallization of ZSM-5. *Journal of Mathematical and Fundamental Sciences. Institut Teknologi* 60, E-ISSN: 2338-5510.
- Mukaromah, A.H., Wahyuni, E.T., Siswanta. D., 2016. Penurunan konsentrasi p-klorofenol dengan fotokatalis TiO₂ dan ion Fe (III). *The 3rd University Research Colloquium. ISSN 2407-9189*. Hal 107-112.
- Mukaromah, A.H. 2017. *Sintesis Membran Zeolit ZSM-5 Secara Elektrodposisi dan coating pada Suhu Rendah untuk Menurunkan Kadar Gas Karbon Monoksida*, Disertasi Program Doktor, Institut Teknologi Bandung.
- Mukaromah, A. H., Azizah, I. H., Ariyadi T., & Mifbakhudin, M. (2018). Karakterisasi Membran Zeolit ZSM-5 Berdasarkan Variasi Jenis Dan Ukuran Kasa Dengan Pre-Treatment Direndam Dalam NaOH, HCl, Dan elektro-oksidasi Dengan H₂SO₄. In *Prosiding Seminar Nasional Unimus* (vol.1). Hal. 194-205.
- Purnomo, Setyarini PH and Mukaromah AH 2018 The Potential of silk fibrion as apolymer composite reinforment for bone implant materials. *J MATEC Web of Confere*s 204. 0501.
- Utami, R. A., Mukaromah, A. H., & Yusrin, Y. 2017. Sintesis Membran Zeolit ZSM-5 Secara *Coating* Pada Suhu 90°C Berdasarkan Variasi Jenis Ukuran Kasa Dalam Menurunkan Kadar Gas. In *Prosiding Seminar Nasional & Internasional*. 30 September 2017, Indonesia. Hal 699-703
- Wardhana, Wisnu Arya. 2001. Dampak Pencemaran Lingkungan. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Zulfah, Wibowo, A., dan Hartoni, U.C., 2011, Analisa Pengaruh Penggunaan Catalytic Converter Pada Mesin Motor Empat Langkah Terhadap Penurunan Emisi Gas Buang, *Engineering*, 3 (2).