

PEMISAHAN OLI BEKAS DENGAN MENGGUNAKAN KOLON FILTRASI DAN MEMBRAN KERAMIK BERBAHAN BAKU ZEOLIT DAN LEMPUNG

M. Hatta Dahlan*, Agung Setiawan, Amrina Rosyada
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
Jl. Raya Palembang Prabumulih, Ogan Ilir
E-mail : halogenated@hotmail.com

Abstrak

Meningkatnya penggunaan kendaraan bermotor, semakin besar jumlah konsumsi oli mesin. Oli mesin tidak dapat digunakan terus menerus karena gaya gesek pada mesin, sehingga dilakukan pemurnian oli mesin. Oli mesin yang tidak terpakai dapat mencemari lingkungan karena dikategorikan sebagai limbah B3^[1]. Oli mesin bekas memiliki kandungan logam lebih tinggi dari oli mesin baru. Penurunan kadar logam ini dapat dilakukan dengan menggunakan kolom filtrasi yang mengandung zeolit dengan tinggi kolom filtrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 cm. Selain penyaringan juga digunakan pemisahan dengan menggunakan membran keramik yang terbuat dari zeolit 20%, 30%, dan 40%. Pada penggunaan kolom filtrasi dilakukan dengan penyaringan minyak mesin dengan menggunakan zeolit dengan variasi tinggi kolom zeolit. Pada penggunaan membran oli mesin dipanaskan pada suhu 40 ° C dan kemudian disaring dengan pasir silika dan media filter bentonit. Dalam penelitian ini diperoleh penurunan kadar logam (Al), besi (Fe), mangan (Mn), tembaga (Cu) dan seng (Zn). Penurunan penggunaan membran zeolit lebih tinggi daripada menggunakan kolom filtrasi zeolit.

Kata kunci : Logam, Kolom Filtrasi, Membran Keramik, Oli Mesin Bekas

Abstract

The increasing use of motor vehicles, the greater the amount of engine oil consumption. Engine oil can not be used continuously due to the frictional forces on the machine, so do oil refining. unused engine oil can pollute the environment because it is categorized as B3 waste^[1]. Used engine oils have a higher metal content than the new engine oil. Decreased levels of these metals can be done using filtration column containing zeolites with high filtration columns 1, 2, 3, 4, and 5 cm. In addition to filtering is also used separation using ceramic membranes made of zeolite 20%, 30%, and 40%. On the use of column filtration is done by filtering used engine oils with zeolite with a high variation of the zeolite column. On the use of engine oil membrane heated at a temperature of 40 ° C and then filtered with silica sand and bentonite filter media. In this study obtained a decrease in the levels of metals (Al), iron (Fe), manganese (Mn), copper (Cu) and zinc (Zn). The decline in the use of zeolite membranes is higher than using zeolite filtration column.

Keywords: Metals, Filtration Column, Ceramic Membrane, Used Engine Oil

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya pertumbuhan kendaraan bermotor sejalan dengan besarnya permintaan pelumas kendaraan agar kendaraan dapat digunakan dengan baik. Pada penelitian sebelumnya penggunaan membran keramik biasanya digunakan sebagai alat pemurnian air, namun untuk pemisahan kandungan logam pada oli bekas belum ada yang melakukannya, untuk itu kami mencoba melakukan penelitian ini.^[1]

Oli bekas merupakan golongan limbah B3, karena oli bekas dapat menyebabkan tanah menjadi tandus dan kehilangan unsur haranya.

Sedangkan sifatnya yang tidak dapat larut dalam air dapat menyebabkan pencemaran air, selain itu oli juga mudah terbakar.^[1] Oleh karena itu untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan suatu teknologi yang dapat mengelola oli bekas, untuk itu digunakanlah teknologi membran dan sebuah kolom filtrasi untuk pemisahan kandungan logam yang terdapat pada oli bekas.

Diharapkan dengan menggunakan teknologi membran dapat mengurangi tingkat pencemaran dan selain itu dapat menambah nilai ekonomi bagi industri yang memanfaatkan oli bekas.

Oli Bekas

Senyawa hidrokarbon minyak oli bekas kendaraan merupakan suatu limbah buangan berbahaya dan beracun yang merupakan dampak dari penggunaan kendaraan bermotor. Oli merupakan zat kimia yang digunakan pada kendaraan bermotor yang berguna untuk mengurangi keausan pada mesin. Penggunaan utama oli yaitu terdapat pada oli mesin. Umumnya oli terdiri dari 90% minyak dasar (*base oil*) dan 10% zat tambahan. Pada sistem penggerakannya ketika mesin dihidupkan mesin yang bergerak akan terjadi gesekan pada logam yang akan menyebabkan pelepasan partikel dari peristiwa tersebut.^[2]

Pada keadaan ini dimana logam yang melepaskan partikel tersebut biasanya disebut dengan keausan pada mesin. Hal ini bisa menyebabkan umur mesin yang pendek karena menyebabkan kerusakan pada mesin kendaraan bermotor, untuk mengurangi keausan mesin kendaraan bermotor digunakan oli pada mesin kendaraan bermotor.

Kolom Filtrasi

Filtrasi merupakan metode pembersihan partikel suatu fluida dengan melewatkannya pada medium penyaringan, yang dimana padatan akan terendapkan. Fluida yang difiltrasi dapat berupa cairan atau gas aliran yang lolos dari saringan bisa berupa cairan dan juga padatan. Filtrasi merupakan alternatif yang digunakan untuk menghilangkan kandungan logam pada oli bekas. Pada penelitian ini digunakan zeolit sebagai media filtrasi.^[3]

Membran Keramik

Pada tahun 1960 membran sudah dikenal pada industri, banyak ilmuwan yang telah melakukan studi tentang membran. Pada awalnya membran hanya digunakan di laboratorium sebagai media observasi dan penelitian yang berhubungan dengan teori kimia dan fisika. Membran didefinisikan sebagai suatu media atau alat yang memiliki pori-pori molekuler yang mempunyai ketebalan tertentu yang mempunyai sifat permeabel dan dapat digunakan untuk memisahkan partikel dengan ukuran tertentu.

Partikel yang mempunyai ukuran yang lebih besar pada pori-pori membran akan tertahan sedangkan partikel yang memiliki ukuran lebih kecil dari pori-pori membran akan menembus dinding membran. Kemudahan suatu membran dilewati suatu partikel disebut permeabilitas. Partikel yang tertahan disebut konsentrat dan partikel yang melewati membran

disebut permeat. Selain sebagai pemisahan, membran juga dapat berfungsi sebagai pemurni.^[5]

Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Larutan yang mengandung komponen yang tertahan disebut konsentrat dan larutan yang mengalir disebut permeat. Filtrasi dengan menggunakan membran selain berfungsi sebagai sarana pemisahan juga berfungsi sebagai sarana pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut.^[6]

Untuk melihat kinerja dari membran dilihat dari fluks dan koefisien rejeksi membran.

1. Fluks

Fluks didefinisikan sebagai kemampuan membran dalam menyerap partikel kotor dalam suatu zat cair. Adapun persamaan yang dapat digunakan untuk menentukan fluks adalah sebagai berikut:^[9]

$$Jv = \frac{V}{A \cdot t}$$

Keterangan :

- Jv = Fluks Permeat (L/m².jam)
- A = Luas permukaan membran (m²)
- V = Volume Permeat(L)
- t = waktu operasi (jam)

2. Koefisien Rejeksi

Selektifitas yang parameternya dinyatakan sebagai koefisien penolakan atau koefisien rejeksi adalah ukuran kemampuan membran menahan suatu spesi. Rumus koefisien rejeksi sebagai berikut,

$$R = (1 - Cp/Cf) \times 100 \%$$

Keterangan:

- R = koefisien rejeksi
- Cp = konsentrasi permeat
- Cf = konsentrasi umpan

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bioproses Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya. Sampel limbah oli diambil dari bengkel resmi HONDA Jalan Musi Raya Timur. Analisa dilakukan di Laboratorium Politeknik Sriwijaya.

Alat yang digunakan

1. Membran keramik unit (bahan baku zeolit dan lempung)
2. Pipa PVC
3. Housing membran keramik
4. Housing Filter

5. Pompa
6. Flowmeter
7. *Pressure Gauge*
8. Neraca Massa
9. Gentong Plastik
10. Selang
11. Keran Air
12. Elbow

Bahan yang digunakan

1. Limbah oli bengkel resmi AHHAS HONDA
2. Zeolit
3. Pasir Silika
4. Bentonit
5. Air

Variabel Penelitian

Variabel Tetap

1. Umpan oli bekas : 7 liter
2. Bahan filter pada housing filter : Pasir silika dan bentonit
3. Suhu : 40°C

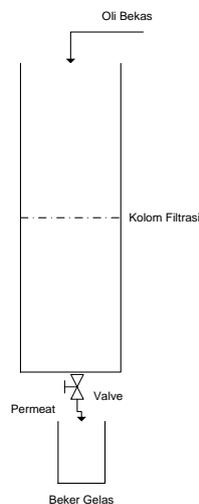
Variabel Bebas

1. Tinggi komposisi zeolit dalam kolom filtrasi yaitu 10, 20, 30, 40, dan 50 cm.
2. Komposisi membran keramik berbasis zeolit dan lempung (20%:80%) (30%:70%), dan (40%:60%)

Variabel Terikat

1. Kandungan logam Al
2. Kandungan logam Cu
3. Kandungan logam Mn
4. Kandungan logam Fe
5. Kandungan logam Zn

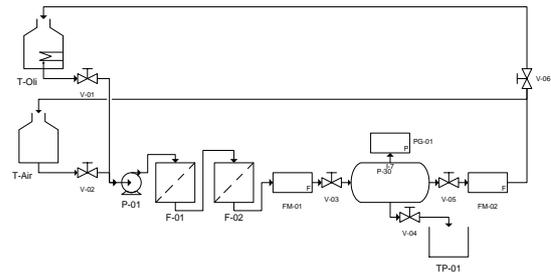
Proses Pemisahan Menggunakan Kolom Filtrasi



Gambar 1. Proses Kolom Filtrasi

Pada penggunaan kolom filtrasi, kolom berisi zeolit yang divariasikan tingginya yaitu: 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4cm, dan 5 cm. Oli bekas dimasukkan ke dalam kolom filtrasi dari atas, kemudian dengan gaya gravitasi oli bekas akan mengalir ke bawah melewati zeolit yang berada di bagian bawah kolom filtrasi. Pada saat oli bekas telah mencapai bagian bawah kolom filtrasi, kemudian di buka keran agar permeat dapat keluar dan di tampung ke dalam beker gelas sebagai produk pemisahan logam.

Proses Pemisahan Menggunakan Membran



Gambar 2. Proses Membran Keramik

Sebelumnya dilakukan *pretreatment* dengan pemanasan menggunakan *heater* pada suhu 40°C untuk di *running*. Sebelum limbah menuju membran keramik, limbah harus diberi perlakuan, yang disebut *primary treatment*. Tujuan *treatment* ini adalah untuk mengurangi kotoran berukuran besar menggunakan pasir silika dan bentonit. Pada penelitian ini digunakan variasi 3 jenis membran keramik yaitu yaitu : membran berbasis zeolit 20%, membran berbasis zeolit 30%, dan membran berbasis zeolit 40%.

Pada proses ini pertama kali peralatan dilewatkan dengan air. Setelah dilewatkan dengan air kemudian dimasukkan oli bekas. Oli bekas yang berada di penampungan masuk melalui sistem pemipaan yang sebelumnya telah dilakukan pemanasan pada suhu 40°C ke filter pertama yang berisi bentonit, kemudian dilanjutkan ke filter ke dua yang berisi pasir silika. Setelah melewati filter, oli masuk ke *flow meter* sebagai media pengatur laju alir. Untuk pengatur laju alir di pasang *valve* sebagai pengatur laju alir. Pemasangan *flow meter* dipasang sebelum memasuki membran dan sesudah memasuki membran sebagai media pengatur laju alir.

Setelah di diatur laju alir kemudian oli bekas masuk ke dalam membran yang akan memisahkan kadar logam pada oli bekas. Pada membran juga di pasang alat pengukur tekanan sebagai alat ukur tekanan pada kondisi operasi membran. Kadar logam pada oli bekas yang

tinggi akan mengalir menuju penampungan untuk dimasukkan kembali ke proses, sedangkan permeat yang dihasilkan merupakan produk dari penurunan kadar oli bekas ini. Sesudah melakukan proses dengan menggunakan membran dilewatkan kembali dengan air sebagai media pembersih peralatan yang terkena oli.

Pengambilan sampel pada menit ke-180. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam botol sampling untuk dilakukan pengujian analisa kandungan logam Al, Fe, Cu, Mn dan Zn. pada menit 210 dilakukan *backwash* untuk pencucian membran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil penelitian diperoleh hasil percobaan yang telah dilakukan dengan menggunakan kolom filtrasi dan juga serangkaian alat teknologi membran. Pada suatu tahapan proses teknologi membran, oli bekas dilewatkan melalui media filter yang terdiri dari pasir silika sebanyak 300 gram dan bentonit sebanyak 300 gram.

Selanjutnya melewati membran keramik untuk menyaring kandungan logam Al, Fe, Cu, Mn, dan Zn. Membran keramik yang digunakan yaitu membran berbasis zeolit dan lempung dengan 3 komposisi yang berbeda yaitu (zeolit 20% : lempung 80%), (zeolit 30% : lempung 70%), dan (zeolit 40% : lempung 60%). Sedangkan untuk kolom filtrasi digunakan media filter zeolit dengan komposisi berbeda yaitu 10cm, 20cm, 30cm, 40cm, dan 50 cm.

Pada pembahasan ini meliputi kegiatan yang dilakukan dalam penelitian yaitu pengolahan oli bekas untuk kandungan logam Al, Fe, Cu, Mn, dan Zn. Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh menunjukkan adanya penurunan kandungan logam Al, Fe, Cu, Mn, dan Zn. Pada penggunaan kolom filtrasi kandungan logam pada oli bekas tidak mengalami penurunan yang signifikan, sedangkan pada penggunaan membran unit terjadi penurunan yang signifikan kandungan logam pada oli bekas hampir mendekati kandungan logam pada oli baru.

Hasil Analisa Logam Oli Bekas

Tabel dibawah ini menunjukkan hasil analisa kandungan logam pada oli bekas dan oli baru kendaraan bermotor. Kadar logam yang di analisa antara lain Al, Fe, Mn, Zn, dan Cu pada oli bekas dan oli baru.

Tabel 1. Hasil Analisa Logam Oli Bekas

No	Sampel	Al	Fe	Mn	Zn	Cu
1	Oli Baru	0,59	1,73	0,218	0,31	1,42
2	Oli Bekas	0,8	3,3	0,8	3,3	5,5

Hasil Analisa Logam Pada Penggunaan Kolom Filtrasi Zeolit

Tabel 2. Hasil Analisa Logam Pada Penggunaan Kolom Filtrasi Zeolit

No	Sampel	Al	Fe	Mn	Zn	Cu
1	Zeolit 10 cm	0,798	3,235	0,756	3,472	5,623
2	Zeolit 20 cm	0,813	3,345	0,623	3,325	5,512
3	Zeolit 30 cm	0,648	3,417	0,825	3,417	5,523
4	Zeolit 40 cm	0,788	3,259	0,779	3,293	5,198
5	Zeolit 50 cm	0,797	3,231	0,795	3,097	5,295

Tabel diatas menunjukkan rasio penurunan logam pada oli bekas menggunakan kolom filtrasi dengan komposisi zeolit yang berbeda, dimana zeolit masing-masing dibuat ketinggian 10cm, 20cm, 30cm, 40cm, dan 50cm.

Hasil Analisa Logam Pada Penggunaan Membran Keramik Zeolit

Tabel 3. Hasil Analisa Logam Pada Penggunaan Membran Keramik Zeolit *Flowrate* 2L /min

No	Sampel	Al	Fe	Mn	Zn	Cu
1	Zeolit 20%	0,42	0,32	0,4	0,2	0,24
2	Zeolit 30%	0,28	0,23	0,26	0,087	0,013
3	Zeolit 40%	0,15	0,19	0,21	0,052	0,009

Tabel diatas menunjukkan rasio penurunan logam pada oli bekas menggunakan membran keramik bahan baku zeolit dan lempung dengan *flowrate* 2L / min, dimana ketiga membran keramik tersebut memiliki komposisi yang berbeda yaitu (20% zeolit : 80% lempung), (30% zeolit : 70% lempung), dan (40% zeolit : 60% lempung).

Tabel 4. Rasio Penurunan Kadar Logam pada Oli Bekas dengan Kolom Filtrasi

No	Logam	Rasio Kolom Filtrasi Zeolit (%)				
		Zeolit 10 cm	Zeolit 20 cm	Zeolit 30 cm	Zeolit 40 cm	Zeolit 50 cm
1	Al	0,25	-1,62	19	1,5	0,375
2	Fe	1,96	-1,36	-3,54	1,24	2,09
3	Mn	5,5	22,12	-3,12	2,62	0,62
4	Zn	-5,21	-0,75	-3,54	0,21	6,15
5	Cu	-2,23	-0,21	-0,41	5,49	99,83

Tabel di atas menunjukkan persen rasio penurunan kadar logam pada oli bekas dengan menggunakan kolom filtrasi berbahan baku zeolit.

Tabel 5. Rasio Penurunan Kadar Logam pada Oli Bekas dengan Membran Keramik

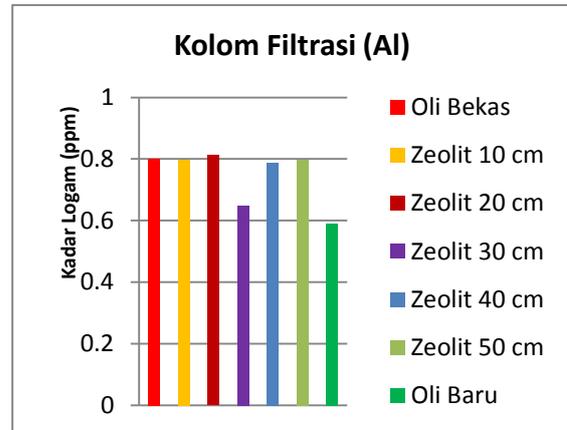
No	Logam	Rasio Membran Keramik Zeolit (%)		
		Zeolit 20%	Zeolit 30%	Zeolit 40%
1	Al	47,5	65	81,25
2	Fe	90,30	93,03	94,24
3	Mn	50	67,5	73,75
4	Zn	93,93	97,36	98,42
5	Cu	95,63	99,76	99,83

Tabel diatas menunjukkan persen rasio penurunan kadar logam pada oli bekas dengan menggunakan membran keramik berbahan baku zeolit dan lempung.

Hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa data dari hasil kolom filtrasi menunjukkan penurunan kandungan logam tidak baik pada ketinggian zeolit 10cm, 20cm, 30cm, 40cm, dan 50 cm. Penurunan kadar logam yang paling mendekati yaitu pada ketinggian 50cm, karena semakin banyak media filter digunakan untuk filtrasi maka semakin bagus pula hasil filtrasi yang dihasilkan.

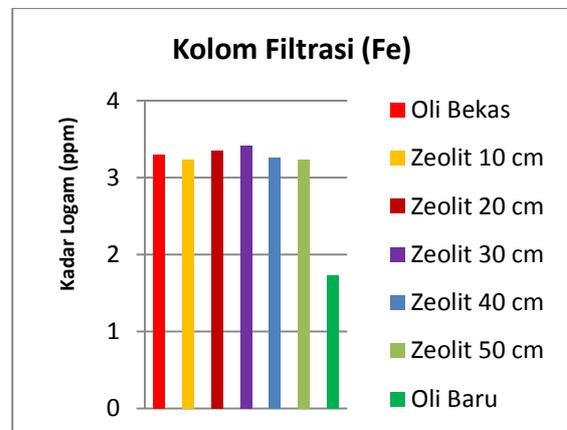
Sedangkan hasil dari pemisahan menggunakan membran keramik menunjukkan penurunan kadar logam yang signifikan dibandingkan dengan kolom filtrasi, membran yang paling terlihat mengalami penurunan kandungan logam yaitu membran dengan komposisi zeolit 40% : lempung 60%, seperti yang kita bandingkan dengan penggunaan kolom filtrasi bahwa zeolit berperan sebagai penyerap yang baik karena zeolit memiliki pori-pori berukuran molekuler.

Pengaruh Tinggi Kolom Filtrasi Zeolit Terhadap Kandungan Logam Pada Oli



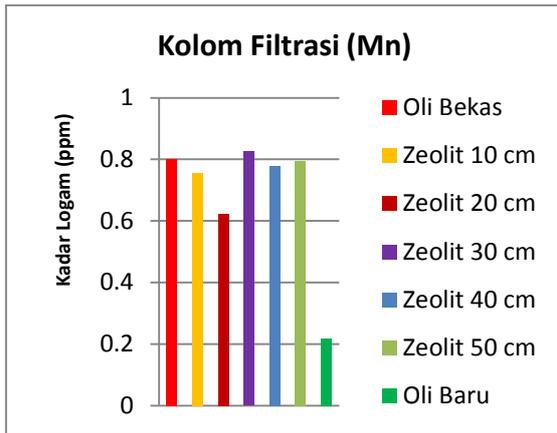
Gambar 1. Diagram Pengaruh Tinggi Kolom Filtrasi Zeolit Terhadap Logam Al

Pada penggunaan kolom filtrasi, logam Al mengalami kenaikan dan penurunan kadar logam. Pada zeolit 10 cm terjadi penurunan, sedangkan pada zeolit 20 cm terjadi kenaikan. Berbeda dengan zeolit 30 cm mengalami penurunan yang cukup drastis. Setelah zeolit 30 cm, pada ketinggian zeolit 40 cm dan 50 cm mengalami kenaikan kembali.



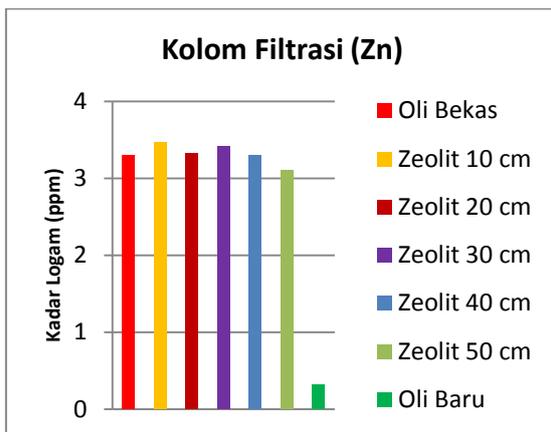
Gambar 2. Diagram Pengaruh Tinggi Kolom Filtrasi Zeolit Terhadap Logam Fe

Logam Fe pada kolom filtrasi mengalami kenaikan dan penurunan yang bervariasi, dimana pada tinggi zeolit 10 cm mengalami kenaikan, sedangkan pada zeolit 20 cm dan 30 cm mengalami kenaikan. Pada zeolit 40 cm dan 50 cm mengalami penurunan.



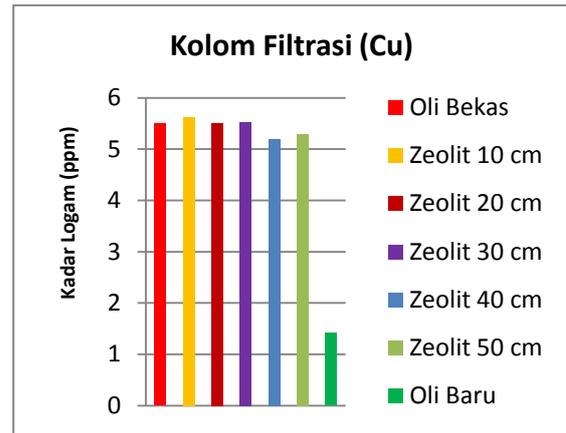
Gambar 3. Diagram Pengaruh Tinggi Kolom Filtrasi Zeolit Terhadap Logam Mn

Terjadi penurunan kandungan logam mangan pada tinggi zeolit 10 cm dan 20 cm. Kemudian pada tinggi zeolit 30 cm mengalami kenaikan yang melebihi kandungan logam pada oli bekas. Pada zeolit 40 cm mengalami sedikit penurunan, dan pada zeolit 50 cm mengalami kenaikan kembali.



Gambar 4. Diagram Pengaruh Tinggi Kolom Filtrasi Zeolit Terhadap Logam Zn

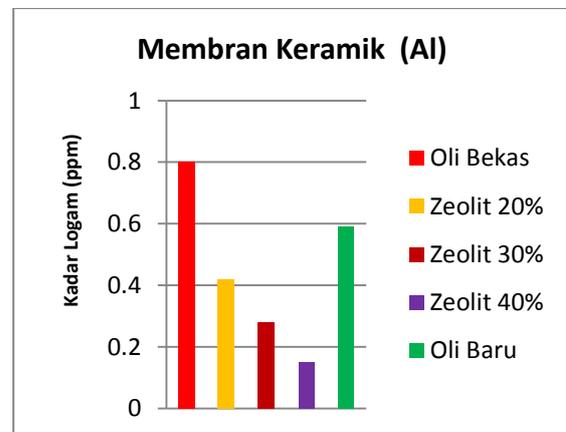
Pada logam Zink (Zn) terjadi kenaikan kandungan logam pada tinggi zeolit 10 cm. Tinggi zeolit 20 cm mengalami penurunan, kemudian terjadi kenaikan kembali pada tinggi zeolit 30 cm. Penurunan terjadi pada tinggi zeolit 40 dan 50 cm.



Gambar 5. Diagram Pengaruh Tinggi Kolom Filtrasi Zeolit Terhadap Logam Cu

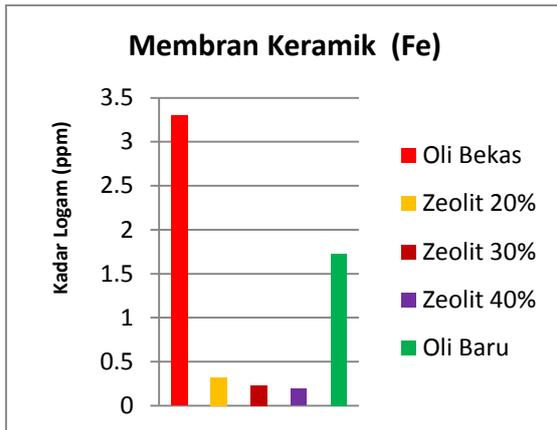
Kandungan logam Cu mengalami kenaikan dari keadaan logam pada oli bekas pada tinggi zeolit 10 cm, kemudian terjadi penurunan kadar logam pada tinggi zeolit 20 cm. Kenaikan kembali terjadi pada tinggi zeolit 30 cm. Pada zeolit 40 cm mengalami penurunan yang drastis, kemudian pada zeolit 50 cm mengalami kenaikan kembali.

Pengaruh Komposisi Zeolit Pada Membran Keramik Terhadap Kandungan Logam Oli



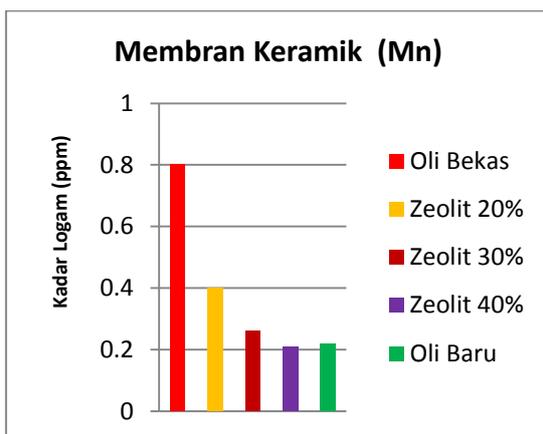
Gambar 6. Diagram Pengaruh Komposisi Zeolit Pada Membran Keramik Terhadap Kandungan Logam Al

Logam Al mengalami penurunan secara konstan pada zeolit 20% yang mulanya kandungan logam pada oli bekas 0,8 ppm menjadi 0,42 ppm, kemudian turun menjadi 0,28 ppm, dan pada 40% zeolit turun menjadi 0,15 ppm.



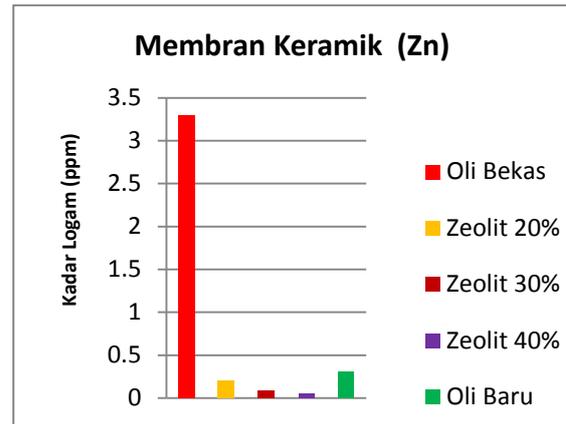
Gambar 7. Diagram Pengaruh Komposisi Zeolit Pada Membran Keramik Terhadap Kandungan Logam Fe

Logam Fe mengalami penurunan yang tajam pada penggunaan zeolit 20 % yaitu dari 3,3 ppm menjadi 0,32 ppm. Pada zeolit 30% mengalami penuruna yang sedikit menjadi 0,28 ppm. Hal serupa terjadi pada zeolit 40% mengaami penurunan menjadi 0,19 ppm.



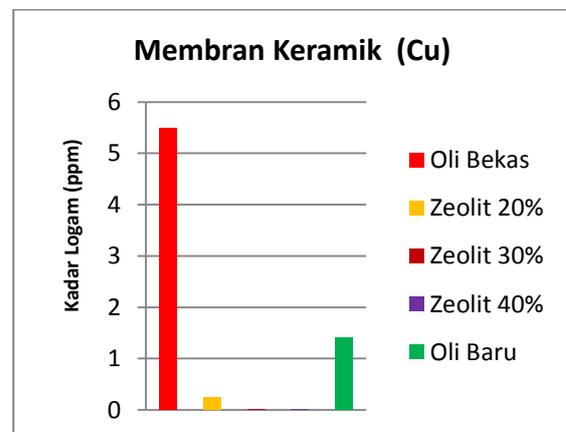
Gambar 8. Diagram Pengaruh Komposisi Zeolit Pada Membran Keramik Terhadap Kandungan Logam Mn

Penurunan terjadi pada logam Mn dari kandungan logam pada oli bekas sebesar 0,8 ppm menjadi 0,4 ppm pada penggunaan membran zeolit 20%. Kemudian terjadi penurunan pada zeolit 30% menjadi 0,26 ppm dan pada zeolit 40% menjadi 0,21 ppm.



Gambar 9. Diagram Pengaruh Komposisi Zeolit Pada Membran Keramik Terhadap Kandungan Logam Zn

Logam Zn mengalami penurunan yang sangat tajam, yang mulanya kandungan logam pada oli bekas 3,3 ppm menjadi 0,2 ppm pada penggunaan membran berbahan zeolit 20%. Pada penggunaan zeolit 30% mengalami penurunan menjadi 0,087 ppm dan pada penggunaan membran zeolit 40% turun menjadi 0,052 ppm.



Gambar 10. Diagram Pengaruh Komposisi Zeolit Pada Membran Keramik Terhadap Kandungan Logam Cu

Pada logam Cu terjadi penurunan yang sangat tajam, sama seperti logam Zn. Penurunan terjadi pada kandungan oli bekas yang pada awalnya 5,5 ppm menjadi 0,24 ppm pada penggunaan membran zeolit 20%. Pada penggunaan zeolit 30% mengalami penurunan kembali menjadi 0,013 ppm sedangkan pada zeolit 40% mengalami penurunan yang kecil menjadi 0,009 ppm.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pengelolaan oli bekas bisa menggunakan kolom filtrasi dan membran sebagai pengelolaan yang ramah lingkungan.
2. Pada kolom filtrasi logam dapat dipisahkan dengan menggunakan zeolit sebagai media filtrasi, dan pemisahan membran keramik bisa digunakan bentonit dan pasir silika sebagai media filtrasi.
3. Pada penggunaan membran keramik oli bekas belum mencapai standar oli baru.
4. Hasil penelitian ini menerangkan bahwa teknologi membran lebih baik dibandingkan kolom filtrasi dalam penurunan kadar logam untuk oli bekas

Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan membran berkomposisi lain selain zeolit.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan komposisi zeolit di bawah 20% agar mendapatkan penurunan yang mendekati oli baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Mukhlisoh, Ia'natul. 2008. *Pengelolaan Limbah Oli B3 Bengkel Resmi Kendaraan Bermotor Roda Dua Di Surabaya Pusat*. Surabaya : Institut Teknolgi Sepuluh Nopember.
- Surtikanti, Hertien, Wahyu Surakusumah. 2004. *Peranan Tanaman Dalam Proses Bioremediasi Oli Bekas*. Ekologi & Biodiversitas Tropika, Vol.2. No.1. 2004. Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia.
- Angraini, Abrina. 2010. *Penyisihan Kromium Pada Limbah Cair Dengan Menggunakan Unggun Filtrasi Pasir*. Malang : Universitas Tribhuana.
- Instruksional, Laboratorium. 2012. *Modul 1.04 Filtrasi*. Bandung : Departemen Pendidikan ITB.
- Sunaryo, Wira Widyawidura. 2008. *Penegembangan Bahan Membran Keramik Untuk Peningkatan Kualitas air Minum*. Jakarta : Universitas Negeri Jakarta
- Dahlan, Hatta. 2011. *Pengaruh Penggunaan Membran KERamik Berbasis Zeolit, Silika, dan KARbon Aktif Terhadap Gas CO dan CO2 pada Gas Buang Kendaraan Bermotor*, Vol.8, No.1, 2011:

38-43, Palembang : Fakultas Teknik UNSRI.

Dahlan, Hatta. 2011. *Upaya Mengurangi Dampak Limbah Cair Pada Pabrik Pulp Menggunakan Membran Sintetis*. Jurnal Sintesa Kemika, Vol.8, No.1, 2011: 53-60, Palembang : Fakultas Teknik UNSRI.

Rautenbatch,R, Albercht. 1989. *Membrane Processes*. New York : John Wiley & Sons

Mulder, Marcel. 1996. *Basic Principles of MeembraneTechnology*. USA : Kluwer Academic Publisher.