



Submitted : 20 Oktober 2017

Revised : 12 November 2017

Accepted : 4 Desember 2017

**PENGARUH KONSENTRASI HCL DAN MASSA ADSORBENT DALAM PENGOLAHAN  
LIMBAH PELUMAS BEKAS DENGAN KAJIAN KESEIMBANGAN ADSORPSI BENTONIT  
TERHADAP LOGAM Fe**

**Ummul Habibah Hasyim<sup>1\*</sup>, Gema Fitriyano<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta  
Jl. KH. Ahmad Dahlan, Ciputat, Tangerang, Banten - Indonesia 15419

\*Email: [ummul.hh@umj.ac.id](mailto:ummul.hh@umj.ac.id)

**Abstrak**

Salah satu limbah B3 yang dapat kita kaji untuk dicari pemecahannya adalah limbah pelumas bekas. Indonesia menjadi salah satu Negara dengan volume pengguna kendaraan yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini berbanding lurus dengan limbah pelumas yang dihasilkan. Fungsi pelumas adalah memperkecil gaya gesekan antara dua permukaan benda. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kadar logam Fe yang terkandung di dalam limbah pelumas. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah adsorpsi dengan bentonit teraktivasi HCl sebagai adsorben. Aktivasi bentonit bertujuan menghilangkan pengotor dalam bentonit agar tingkat penyerapannya lebih tinggi. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian adalah konsentrasi HCl pada aktivasi bentonit (1,2 M, 1,6M, 1,8M, 2M dan 2,5M) dan massa bentonit ( 5 gram, 10 gram, 15 gram, 20 gram dan 25 gram). Hasil adsorpsi kemudian disaring dan filtratnya dianalisa menggunakan *Inductively Couple Plasma* (ICP). pengujian pola isothermal adsorpsi selanjutnya dengan menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich. Dari penelitian ini didapatkan bahwa konsentrasi optimum HCl adalah 2M dan massa optimum untuk adsorpsi adalah 20 gram dengan persentase logam Fe yang terserap sebesar 8,871% dengan persamaan linear  $y = 0,0042x + 0,0066$ ,  $R^2 = 0,9877$ . Proses penyerapan logam besi (Fe) dapat mengikuti persamaan Langmuir maupun freundlich dengan  $R^2 \geq 0.8$ .

**Kata Kunci :** Adsorpsi, Limbah, Pelumas bekas

**Abstract**

*One of the Hazardous and Toxic Waste that we can examine to find the solution is waste of oil . Indonesia became one of the countries with the volume of vehicle who continue to increase every year. This is directly proportional to the resulting oil waste. The function of the oil is to minimize the friction between two surfaces of the object. This study aims to reduce the Fe metal content contained in the oil waste. The method used in this research is adsorption with activated HCl bentonit as adsorbent. Activation of bentonite aims to remove impurities in bentonite for higher absorption rate. The independent variables used in the study were HCl concentration on bentonite activation (1,2 M, 1,6M, 1,8M, 2M and 2,5M) and bentonite mass (5 gram, 10 gram, 15 gram, 20 gram and 25 gram ). The result was then filtered and the filtrate analyzed using Inductively Couple Plasma (ICP). Testing of the isothermal adsorption pattern further by using Langmuir and Freundlich equations. From this research it is found that the optimum concentration of HCl is 2M and the optimum mass for adsorption is 20 gram with percentage of Fe metal absorbed equal to 8,871% with linear equation  $y = 0,0042x + 0,0066$ ,  $R^2 = 0,9877$ . The process of absorption of ferrous metals (Fe) can follow both Langmuir and freundlich equations with  $R2 \geq 0.8$ .*

**Keyword :** adsorption, used oil, waste,

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan semakin majunya perkembangan zaman, limbah menjadi permasalahan pelik yang harus dihadapi masyarakat yang memerlukan perhatian dan pemecahan segera. Limbah merupakan sisa buangan dari suatu kegiatan industri ataupun rumah tangga. Sampai saat ini perkembangan keilmuan untuk mengelola limbah terus meningkat, terutama penanganan terhadap limbah yang mengandung bahan yang berbahaya dan beracun atau biasa kita kenal dengan limbah B3. Jika tidak tertangani dengan baik, maka limbah B3 semakin lama dapat merusak keseimbangan ekosistem lingkungan hidup.

Salah satu limbah B3 yang dapat kita kaji untuk mencari pemecahannya adalah limbah pelumas bekas. Indonesia menjadi salah satu Negara dengan volume pengguna kendaraan yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya. Hal ini berbanding lurus dengan limbah pelumas yang dihasilkan. Fungsi pelumas adalah memperkecil gaya gesekan antara dua permukaan benda. Pelumas memiliki jangka waktu pemakaian. Jika digunakan dalam jangka waktu yang cukup lama, minyak pelumas akan mengalami perubahan, karenanya penggunaan minyak pelumas dibatasi jangka waktunya. Pengaruh suhu, kotoran, serta tekanan yang masuk kedalam minyak pelumas selama proses penggunaan menimbulkan perubahan baik perubahan secara fisik maupun perubahan secara kimiawi.

Pada dasarnya, limbah pelumas bekas merupakan campuran dari hidrokarbon kental dan berbagai bahan kimia aditif. Pelumas bekas mengandung sejumlah sisa hasil pembakaran yang bersifat asam, korosif, deposit dan logam berat yang bersifat karsinogenik. (Hudoyo, 2013).

Limbah pelumas bekas sudah banyak dimanfaatkan, hanya saja belum dilakukan secara tepat dan terukur. Karenanya diperlukan alternatif yang dapat dilakukan untuk menurunkan dampak pencemaran dari limbah pelumas. Limbah pelumas bekas mengandung logam – logam berat seperti timbal (Pb), seng (Zn), besi (Fe), aluminium (Al), tembaga (Cu) dan juga mengandung air hasil dari pembakaran bahan bakar.

Teknologi Pengolahan pelumas bekas adalah yang telah dikembangkan adalah: *Re-processing*, *Re-refining*, dan *Incineration* (Diphare, 2013). *Refining* memiliki beberapa metode pengolahan, salah satunya yaitu *acid clay treatment*, adalah suatu metode pengolahan yang digunakan pada minyak pelumas bekas dengan menggunakan penambahan asam dan lempung dalam prosesnya (Pratiwi, 2013).

Pelumas hasil daur ulang (*recycle*) memiliki karakteristik kimia yang berbeda dengan pelumas murni. Beberapa karakteristik dapat dibedakan pada minyak pelumas daur ulang yaitu kandungan air dan sedimen lebih besar, kandungan logamnya yang lebih tinggi seperti Fe, Cd, Cr, Pb, adanya fraksi-fraksi hasil

oksidasi selama pemakaian yang tidak dapat dihilangkan dari pelumas tersebut (Windarti, 2009).

Metode yang dapat digunakan untuk mengambil logam – logam berat dalam limbah pelumas bekas salah satunya adalah dengan metode adsorpsi. Adsorpsi adalah peristiwa terkonsentrasinya suatu zat pada permukaan zat lain [Kriswiyanti]. Adsorpsi merupakan suatu sistem yang memanfaatkan kemampuan suatu zat padat untuk menyerap zat atau molekul serta proses penyerapan tersebut hanya berlangsung dipermukaan saja. Dalam bukunya, Treyball (1981) membagi adsorpsi menjadi dua tipe, yaitu: *physical adsorption*; terjadi karena adanya gaya tarik menarik gaya inter molekuler diantara material yang melayang dengan molekul-molekul padatan, yang kedua adalah *chemisorptions*; terjadinya adsorpsi dalam proses ini karena adanya interaksi antara padatan dengan zat yang diserap.

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain:

1. Waktu kontak  
Waktu kontak merupakan berlangsungnya proses difusi (pencampuran) dan penempelan molekul adsorbat pada adsorben.
2. Luas permukaan  
Banyaknya adsorbat yang diserap, disebabkan oleh permukaan adsorben yang semakin luas sehingga pada proses adsorpsi akan semakin selektif.
3. Kelarutan adsorbat  
Suatu molekul harus terpisah dari larutannya agar adsorpsi dapat terjadi.
4. Ukuran molekul  
Ketika molekul masuk ke dalam mikropori suatu partikel adsorben untuk diserap, maka dapat ditinjau dari ukuran molekul adsorbat yang merupakan bagian yang benar-benar penting dalam proses adsorpsi.
5. Temperatur  
Pada proses adsorpsi dimana temperature akan mempengaruhi kecepatan dan jumlah adsorpsi yang terjadi. Kecepatan adsorpsi menurun dengan menurunnya temperatur dan sebaliknya, meningkat dengan meningkatnya temperature.
6. Derajat keasaman (pH) (Marcelia, 2014)

Adsorbent yang telah banyak digunakan sebagai penyerap adalah karbon aktif, *silica gel*, dan mineral lempung seperti zeolit, bentonit, kaolit. Penggunaan media lempung dipilih agar proses adsorpsi dapat berjalan ekonomis, karena adsorben mineral mudah didapatkan, dan sebagai bagian dari produk lokal yang melimpah (Bahri *et al*, 2011)

Penelitian ini dipilih bentonit sebagai adsorben dalam penyerapan logam Fe dalam limbah pelumas bekas. Adsorbent bentonit perlu diaktivasi terlebih dahulu untuk meningkatkan kemampuan penyerapannya. Modifikasi aktivasi permukaan adsorbent dapat dilakukan baik secara fisika maupun secara kimia. Aktivasi kimia dipilih untuk menghilangkan pengotor yang masih terdapat dalam bentonit (Bahri *et al*, 2011).

Asam mineral yang dapat digunakan untuk mengaktifasi bentonit antara lain HCl (Asam Klorida) dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Asam Sulfat). Asam mineral tersebut bereaksi dengan komponen yang menutupi adsorben ( Tar, garam Ca dan Mg) sehingga keasaman permukaan menjadi tinggi dan luas situs aktif pada permukaan bentonit menjadi lebih besar. Serta kemampuan adsorpsi menjadi lebih maksimal dibandingkan sebelum diaktivasi. Menurut Tandjaya, 2006, didapatkan bahwa aktivasi bentonit menggunakan HCl lebih efektif dibandingkan dengan aktivasi bentonit menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Dalam pengolahan limbah pelumas mejadi pelumas dasar dapat dianalisis logamnya menggunakan metode *Atomic Absorbsion Spektrophotometri* (AAS) dan *Inductively Couple Plasma - Emissoon Spectronetry*(ICP-AES).

**Tabel 1.** Perbandingan Metode Analisa AAS DAN ICP

Metode Analisa	Kelebihan	Kekurangan
AAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat menentukan lebih dari 67 unsur logam yang terdapat dalam larutan.</li> <li>Sangat sensitif dan akurat karena dapat mengukur hingga bagian ppb dari suatu berat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak bisa dilakukan pengukuran sekaligus.</li> </ul>
ICP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat menentukan lebih dari 80 unsur logam.</li> <li>Sangat selektif.</li> <li>Dapat mengukur beberapa unsur sekaligus dalam setiap pengukuran.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kurang sensitif bila pengukuran unsur mempunyai panjang gelombang dibawah 200 nm.</li> <li>Tidak ada ionisasi dalam antar ion.</li> </ul>

Tujuan dari pengolahan limbah pelumas bekas ini adalah mengetahui aktivasi bentonit dengan HCl sebagai adsorbent dalam pengolahan limbah pelumas, mengetahui pengaruh suhu pada pengolahan limbah pelumas bekas dan mendapatkan model kesetimbangan adsorpsi yang sesuai dalam pengolahan limbah pelumas bekas.

Diharapkan kajian pengolahan limbah pelumas bekas menggunakan metode adsorpsi dengan bentonit sebagai adsorben, dan HCl sebagai aktivator dapat menghasilkan kajian keilmuan yang dapat mengurangi dampak pencemaran dari limbah pelumas bekas sebagai bahan berbahaya dan beracun (limbah B3) dengan menggunakan variasi konsentrasi HCl dan

suhu adsorpsi sebagai variable penelitian bentonit sebagai adsorben.

## 2. METODE

### 2.1 Bahan

Pada penelitian ini menggunakan pelumas bekas sebagai objek diteliti, HCl sebagai aktivator adsorbent, bentonit teknis sebagai adsorbent dan aquademin untuk proses pencucian.

### 2.2 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah ayakan 100 mesh, *beaker glass*, corong, Erlenmeyer, jar test, gelas ukur, gunting, *hot plate*, ICP, kertas saring, neraca digital, oven, pH meter, spatula, termometer.

### 2.3 Metode Penelitian

Variabel terikat yang terdapat dalam penelitian ini diantaranya ialah: massa limbah pelumas bekas 200 mL, massa adsorbent yaitu 1 g, dan waktu adsorpsi 4 jam.

### 2.4 Aktivasi Bentonit Menggunakan Asam Kuat (HCl)

Bentonit teknis dengan ukuran 100 mesh sebanyak 400 gram direndam dalam 200 ml HCl sambil diaduk menggunakan shaker selama 2 jam dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Semakin bertambah konsentrasi HCl proses adsorpsi akan semakin baik. Namun hal ini hanya berlaku hingga konsentrasi HCl dimana jumlah adsorbat bertambah dan akhirnya menurun pada konsentrasi HCl 2,0 M. Selanjutnya bentonit disaring, dicuci dengan aquadmeinerall sampai bilasan pada pH terukur ≤ 5. Residu bentonit yang sudah dicuci dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C sampai beratnya konstan. Setelah kering digerus sampai halus kemudian diayak kembali menggunakan ayakan dengan ukuran 100 mesh.

### 2.5 Pengolahan Limbah Pelumas Bekas dengan Adsorpsi Bentonit

Pada proses adsorpsi, bentonit teraktivasi dengan variasi massa 5,10, 15, 20 dan 25 gram dimasukkan ke dalam 200 mL limbah pelumas bekas sambil diaduk dengan kecepatan 200 rpm selama 4 jam. Selanjutnya disaring dan filtrat pelumas bekas dianalisa logam Fe dengan ICP.

### 2.6 Perhitungan Hasil Efisiensi

Perhitungan hasil efisiensi penurunan konsentrasi zat pencemar Fe pada minyak pelumas bekas, sebagai berikut:

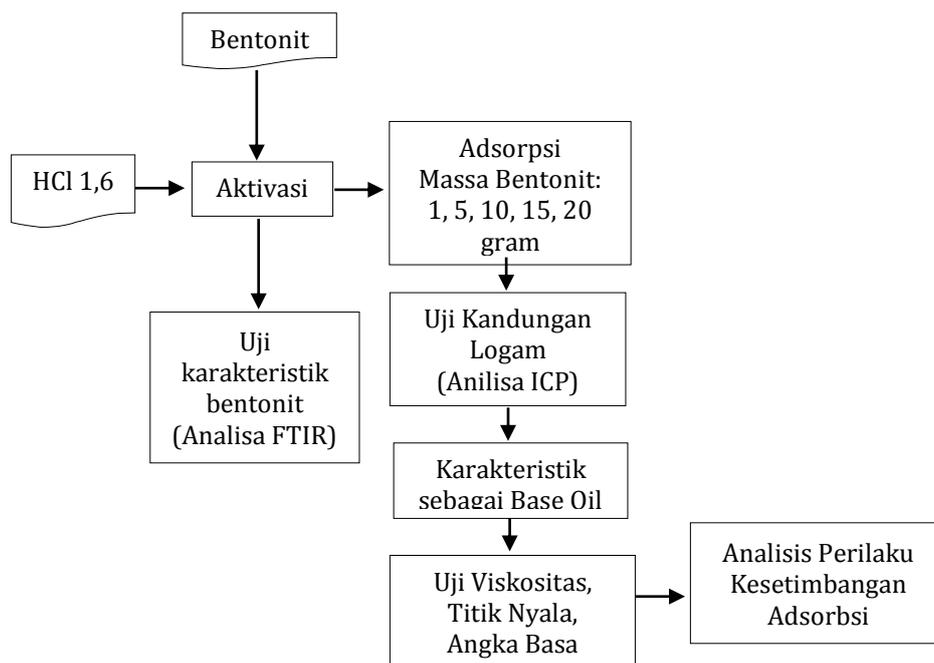
$$3. E = \frac{c_0 - c_1}{c_0} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana:

E = Efisiensi

E<sub>0</sub> = Konsentrasi Awal

E<sub>1</sub> = Konsentrasi Akhir



Gambar 1. Diagram Alir Proses Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

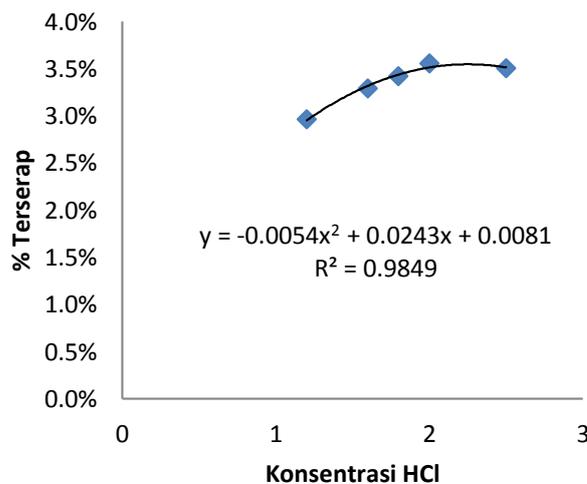
Persiapan aktivasi bentonit teknis dengan ukuran 100 mesh sebanyak 400 gram direndam dalam 200 ml HCl dengan variasi konsentrasi 1,2 , 1,6, 1,8, 2 dan 2,5 M sambil diaduk menggunakan shaker selama 2 jam dengan kecepatan pengadukan 100 rpm. Selanjutnya bentonit disaring, dicuci dengan aquadmeinerall sampai bilasan bebas dari ion klorida. Residu bentonit yang sudah dicuci dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai beratnya konstan.

Bentonit yang teraktivasi diaplikasikan sebagai adsorben logam besi (Fe) dengan cara mengkontakkan bentonit dengan variabel massa 5 gram, 10 gram, 15 gram, 20 gram dan 25 gram kedalam limbah pelumas bekas selama 4 jam pada kecepatan 200 rpm dan suhu konstan 100 °C. Konsentrasi logam besi (Fe) yang terserap kemudian diukur dengan menggunakan *Inductively Couple Plasma* (ICP).

#### 3.1 Penentuan Konsentrasi Aktivasi Optimum

Bentonit bisa diaplikasikan sebagai adsorbent karena memiliki sifat permukaan yang berpori, dan mempunyai situs aktif. Namun bentonit masih mengandung mengandung

impurities atau pengotor yang perlu dihilangkan terlebih dahulu untuk meningkatkan kinerja dari bentonit tersebut. Salah satunya dengan cara mengaktivasi dengan HCl. Gambar 2 di bawah ini menunjukkan korelasi antara efisiensi adsorpsi logam Fe dalam limbah pelumas bekas dengan bentonit yang teraktivasi HCl pada konsentrasi 1,2, 1,6, 1,8, 2, dan 2,5 M.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Konsentrasi HCl Optimum Terhadap Adsorpsi Logam Fe

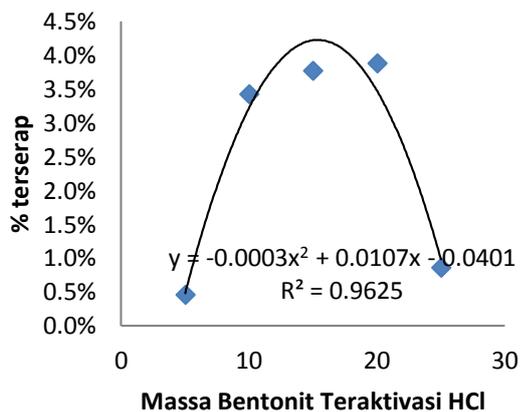
Dengan aktivasi HCl dapat melarutkan atau bereaksi dengan komponen berupa tar, garam Ca dan Mg yang menutupi pori – pori adsorben, sehingga dapat meningkatkan luas permukaan adsorben (Tanjaya, 2006).

Efisiensi adsorpsi menunjukkan bahwa kesetimbangan adsorpsi terhadap bentonit teraktivasi HCl pada berbagai macam konsentrasi HCl didapat kondisi optimum pada konsentrasi HCl 2M. Hal ini menunjukkan bahwa bentonit teraktivasi HCl dapat meningkatkan performa bentonit dalam penyerapan logam Fe pada limbah pelumas bekas.

#### 3.2 Penentuan Massa Adsorben Optimum

Dosis adsorbent yang ditambahkan dalam adsorbat dapat menentukan kuantitas logam Fe yang terserap dari limbah pelumas bekas. Semakin banyak dosis adsorbent yang ditambahkan per satuan volume limbah pelumas bekas, akan meningkatkan jumlah massa logam Fe yang teradsorpsi per satuan berat massa adsorbent. [Prasetiowati,2014

Gambar 3 di bawah ini menunjukkan korelasi antara efisiensi adsorpsi logam Fe dalam limbah pelumas bekas dengan dosis bentonit yang sudah diaktivasi HCl.



Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu Kontak Optimum Dengan Efisiensi Adsorpsi

Berdasarkan grafik yang terlihat pada gambar 3 didapatkan korelasi yang menyatakan hubungan antara massa (gram) pada sumbu x dengan % penyerapan logam besi (Fe) pada sumbu y, mengikuti persamaan berikut  $y = -0,0003X^2 + 0,0107X - 0,0401$   $R^2 = 0,9625$ . Persamaan yang menghubungkan antar 2 (dua) parameter ini merupakan persamaan regresi non linier polinomial orde 2. Yang memiliki nilai  $R^2 = 0,9625$ . Hal ini berarti sebanyak 96% keragaman hasil % penyerapan logam Fe diterangkan (dipengaruhi) oleh banyaknya massa adsorbent yang ditambahkan dengan penduga persamaan regresi non linier orde 2. Dari grafik terlihat bahwa dengan bertambahnya massa adsorbent sampai dengan 20 gram maka efisiensi penyerapan logam Fe semakin tinggi, selanjutnya sampai dengan massa 25 gram mengalami penurunan. Hal ini karena jumlah molekul adsorbat yang teradsorpsi semakin sedikit (Prasetiowati, 2014).

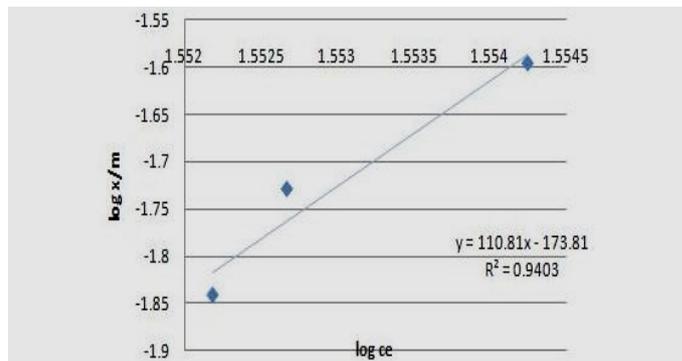
### 3.3 Penentuan Pola Isotermal Logam Fe

Isoterm adsorpsi menggambarkan proses adsorpsi, yaitu proses distribusi adsorbat diantara fase cair dan fase padat. Ada beberapa model kesetimbangan isotermal adsorpsi, dan kesetimbangan biosorpsi logam berat juga dapat mengikuti salah satu dari model yang ada. Ahalya dkk. (2003), Proses adsorpsi logam besi oleh adsorben bentonit diuji pola isotermal adsorpsinya dengan menggunakan perhitungan persamaan Langmuir dan freundlich.

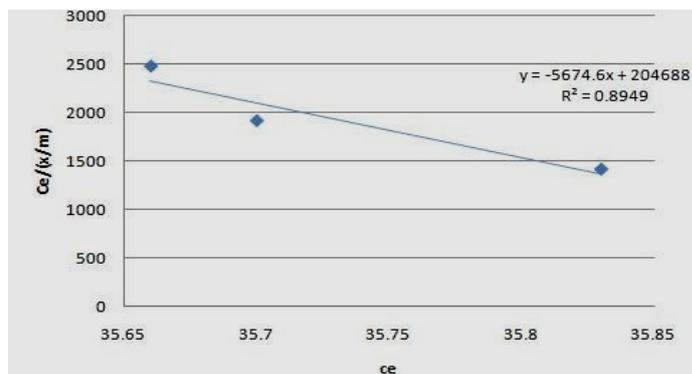
Penyerapan logam Fe dengan adsorpsi bentonit selanjutnya dievaluasi dengan bantuan model adsorpsi isoterm Freundlich dan Langmuir.

$C_0$ (ppm)	$C_e$ (ppm)	$x/m$ (mg/g)	$C_e/(x/m)$	$\log x/m$	$\log ce$
37.1	36.93	0.0068	5430.882	-2.16749	1.567
37.1	35.83	0.0254	1410.63	-1.59517	1.554
37.1	35.7	0.018667	1912.5	-1.72893	1.553
37.1	35.66	0.0144	2476.389	-1.84164	1.552
37.1	36.78	0.00256	14367.19	-2.59176	1.566

Dari Tabel 3 maka dilakukan pemetaan grafik menggunakan Excel dengan memplotkan harga  $C_e/(x/m)$  versus  $C_e$  untuk mendapatkan persamaan Langmuir dan harga  $\log (x/m)$  versus  $\log C_e$  untuk mendapatkan persamaan Freundlich. Hasil pemetaan dengan grafik seperti terlihat pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4. Persamaan adsorpsi isotermal Freundlich dari  $\log (x/m)$  versus  $\log Ce$



Gambar 5. Persamaan adsorpsi isotermal Langmuir dari  $C_e/(x/m)$  versus  $C_e$

Dari gambar 4.4 dan 4.5 di atas dapat dilihat bahwa pengujian persamaan freundlich maupun Langmuir memiliki linierisasi yang baik. Persamaan adsorpsi Freundlich memiliki harga koefisien determinasi  $R^2 = 0,94$  dan persamaan adsorpsi Langmuir dengan  $R^2=0,89$ . Dari grafik didapatkan persamaan freundlich  $\log (x/m) = 110,81 \log ce - 173,81$  dan persamaan Langmuir  $C_e/(x/m) = -5674,6x Ce + 204688$ .

Berdasarkan perbandingan dari kedua tipe isothermal adsorpsi tersebut, adsorpsi tipe Freundlich lebih mendekati nilai 1 dibandingkan dengan isothermal Langmuir, oleh karena itu tipe Freundlich lebih baik digunakan untuk mencirikan mekanisme adsorpsi limbah pelumas bekas terhadap logam besi (Fe).

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### Simpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan di dapatkan kesimpulan:

1. Aktivasi bentonit dalam HCl dapat meningkatkan efisiensi adsorpsi dalam limbah pelumas bekas dengan konsentrasi optimum HCl diperoleh pada konsentrasi 2 M.
2. Penambahan dosis adsorbent optimum dalam penyerapan logam Fe pada limbah pelumas bekas adalah 20 g bentonit. Kondisi optimum penambahan dosis bentonit masih bisa diteruskan sampai dengan kondisi jenuh penyerapan logam Fe dalam limbah pelumas bekas
3. Dari model kesetimbangan adsorpsi diperoleh model persamaan Freundlich dengan kesesuaian yang mendekati sempurna dengan nilai  $R^2 = 0,94$  dibandingkan dengan model persamaan Langmuir yang memiliki nilai  $R^2 = 0,84$

##### Saran

Proses adsorpsi perlu dilakukan dalam waktu yang lewat jenuh untuk memastikan bahwa sudah benar-benar terjadi proses adsorpsi.

#### 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Jakarta, Kopertis Wilayah 3, Direktorat Riset Dan Pengabdian Masyarakat Ristek Dikti yang telah memberikan penugasan melalui Hibah Kompetitif Nasional Dalam Skema Penelitian Dosen Pemula.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S., dkk., 2011, Isoterma dan Termodinamika Adsorpsi Kation  $Cu^{2+}$  Fasa Berair Pada Lempung Cengar Pilar, Jurnal Natur Indonesia 14(1) p: 7-13.
- Diphare, M.J., Muzenda, E., Pilusa, T.J., dan Mollagee, M., 2013. A Comparison of Waste Lubricating Oil Treatment Techniques Motshumi J. Diphare, Edison Muzenda, Tsietsi J. Pilusa and Mansoor Mollagee.
- Kriswiyanti, E.A. Danarto, Y.C. 2007. MODEL KESETIMBANGAN ADSORPSI Cr DENGAN RUMPUT LAUT. EKULIBRIUM. 6(2). P: 47-52.
- Prasetiowati, Y. Koestiari, T. 2014. KAPASITAS ADSORPSI BENTONIT TEKNIS SEBAGAI ADSORBEN ION  $Cd^{2+}$ . UNESA Journal Of Chemistry. 3(3) : P. 194 - 200
- Pratiwi, Y. 2013. Pengolahan Minyak Pelumas Bekas Menggunakan Metode *Acid Clay Treatment*. Jurnal Teknik Sipil UNTAN. 13(1) : P. 1-12.

- Tanjaya, A. Sudono. Indraswati, N. Ismadji, S. 2006. Aktivasi Bentonit Alam Pacitan Sebagai Bahan Penjerap Pada Proses Pemurnian Minyak Sawit. Jurnal Teknik Kimia Indonesia. 5(2). P: 429-434.
- Windarti, A.T., Burhan, R. Y.R. 2009. Identifikasi Senyawa Penanda Dalam Pelumas Hasil Daur Ulang (*Recycle*) Menggunakan Ekstraksi Metil Etil Keton Dengan Penambahan Demulsifier  $CaCl_2$  Anhidrat Melalui Analisa KG - SM. Prosiding KIMIA - FMIPA ITS. SK- 43.