

## Modifikasi Zeolit Alam Asal Cikalong Jawa Barat dengan Hexadecil Trimetil Ammonia dan Uji Daya Serapnya Terhadap Ion Sulfat dan Kromat

Husaini dan Trisna Soenara

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara  
Jl. Jenderal Sudirman No. 623 Bandung, Telp. 022-6030483,  
E-mail: husaini@tekmira.esdm.go.id

### ABSTRAK

Zeolit alam jenis mordenit asal Cikalong, Jawa Barat, dengan nilai KTK rata-rata 154,2 meq/100 g telah digunakan dalam percobaan modifikasi. Proses modifikasi dimaksudkan untuk meningkatkan kemampuan daya serap zeolit terhadap anion-anion dalam larutan. Dalam percobaan ini, zeolit dimodifikasi dengan hexa decil trimetil ammonium (HDTMA) menggunakan cara pengadukan dalam sebuah gelas piala. Sebelum modifikasi dilakukan, zeolit dijenuhkan dengan larutan bufer sodium asetat pada pH 5 terlebih dahulu. Variabel percobaan meliputi: ukuran butir zeolit (-10+18 mesh, -18+28 mesh, dan -28+48 mesh), dan dosis HDTMA (50%, 100%, dan 200%). Zeolit hasil modifikasi ini selanjutnya diuji daya serapnya terhadap ion sulfat dan kromat. Hasil percobaan modifikasi menunjukkan, bahwa persen berat HDTMA yang melapisi zeolit berkisar antara 4,21 – 13,49 %, dengan nilai kapasitas tukar kation (KTK) berkisar antara 137,05 – 143,00 meq/100 g. Hasil uji daya serap terbaik diperoleh pada zeolit berukuran butir -28 + 48 mesh dan dosis HDTMA 200 % untuk ion sulfat yang mencapai nilai 49,46 mg/100g (5,15 mmol/kg), sedangkan untuk ion kromat didapat pada zeolit berukuran butir -10 + 18 mesh dengan dosis HDTMA 50% dengan nilai daya serap sebesar 61,05 mg/100g (6,36 mmol/kg).

**Kata Kunci:** Zeolit alam, zeolit sintesis, daya serap

### ABSTRACT

#### MODIFICATION OF NATURAL ZEOLITE FROM CIKALONG WEST JAVA WITH HEXADECIL TRIMETIL AMMONIA AND ABSORPTION RATE TEST OF SULPHATE AND CHROMATE IONS.

Cikalong mordenit natural zeolite with the average of cation exchange capacity (CEC) 154,2 meq/100 g has been used on modification trial. This modification attempts to increase the rate of anions absorption of zeolite in solution. On this research, zeolite is modified using HDTMA through stirring process on beaker glass. Before the modification start, zeolite is set on pH 5 using sodium acetate solution. Variables on this research are: zeolite size (-10+18 mesh, -18+28 mesh, and -28+48 mesh), and HDTMA dosage (50%, 100%, and 200%). Furthermore modification of zeolite is tested its sulphate and chromate ions absorption rate. The modification of zeolite showed that the range of HDTMA weight percent that covers the surface of zeolite is 4,21 – 13,49% with the range of exchange ion capacity rate 137,05 – 143,00 meq/100 g. The best result of the absorption rate test is the -28 + 48 mesh zeolite with HDTMA dosage 200% for 49,46 mg/100g (5,15 mmol/kg) sulphate and for the chromate ion on -10 + 18 mesh zeolite with 50% HDTMA dosage, the absorption rate is 61,05 mg/100g (6,36 mmol/kg).

**Keywords:** Natural zeolite, synthesis zeolite, absorption rate

### PENDAHULUAN

Mineral zeolit dapat ditemukan di beberapa wilayah di Indonesia, seperti daerah Bayah, Sukabumi, Bogor dan Tasikmalaya. Bahan tambang zeolit ini mempunyai sifat yang dikenal sebagai penukar kation, penyerap, penyaring molekul, dan katalis. Selain itu zeolit alam

mengandung alkali dan alkali Tanah seperti Na, Ca, Mg, K. Di beberapa Negara Industri, penggunaan zeolit cenderung meningkat sedangkan di Indonesia pemanfaatan zeolit alam masih relatif rendah. Pada dasarnya zeolit dapat diperoleh dengan 2 cara, yaitu secara alami dan secara sintetik. Sejauh ini pemanfaatan zeolit alam terbatas pada

bidang-bidang pertanian, perikanan, peternakan, industri kertas, industri pengolahan makanan dan pengolahan air. Proses pengolahannya terbatas pada aktivasi fisis seperti proses penggilingan dan proses pemanasan saja. Sementara proses pengolahan dengan cara kimia seperti proses modifikasi masih belum ada yang menerapkannya.

Zeolit alam dapat dimodifikasi dengan bahan-bahan organik seperti HDTMA (Hexa Decil Trimetil Amonium), Vinil piridin, Chitosan dsb. Salah satu jenis zeolit alam yang mempunyai sifat penukar ion adalah mordenit. Modifikasi mordenit dengan bahan organik HDTMA dimaksudkan untuk merubah permukaan zeolit sehingga dapat menghilangkan anorganik oksianion dari suatu larutan encer.

Tujuan penelitian ini adalah memodifikasi zeolit dengan bahan organik HDTMA melalui proses pertukaran ion untuk menguji kemampuan daya serap zeolit termodifikasi tersebut dengan sulfat dan kromat. HDTMA memiliki ukuran molekul yang lebih besar dari ukuran pori-pori zeolit dan hanya menukar kation yang ada pada permukaan zeolit. Sedangkan zeolit alam yang tidak dimodifikasi dengan HDTMA tidak bisa menukar anion karena tidak memiliki daya tarik untuk oksianion.

## TINAJUAN TEKNOLOGI

### Zeolit Alam

Zeolit alam adalah suatu senyawa alumina silikat yang mempunyai struktur rangka tiga dimensi dari tetrahedral  $(SiAl)O_4$  mengandung pori-pori yang terisi molekul-molekul air dan kation-kation yang dapat dipertukarkan. Saat ini telah ditemukan lebih dari 50 spesi (jenis) zeolit alam. Beberapa spesi zeolit tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Zeolit alam yang ditemukan mempunyai kadar air tinggi yang masuk ke lubang atau pori-pori dan dapat dihilangkan dengan aktivasi fisis pemanasan pada temperatur  $120\text{ }^\circ\text{C}$ .

### Adsorpsi

Adsorpsi adalah suatu proses dimana molekul-molekul dari senyawa diserap oleh permukaan zat padat atau zat cair yang lain. Sedangkan istilah absorpsi digunakan jika penyerapan sampai ke dalam. Zat yang mengadsorpsi disebut adsorben, sedangkan zat yang diadsorpsi disebut adsorbat.

Proses adsorpsi dapat terjadi pada batas permukaan dua fasa, sebagai contoh : fasa cair dan fasa gas, misalnya adsorpsi pada campuran gas klor dalam air. Banyaknya yang teradsorpsi sebagian besar tergantung pada zat padatnya dan molekul yang teradsorpsi.

**Tabel 1.** Spesi Zeolit Alam

Spesi Zeolit	Rumus Formula
Analcime	$Na_{16}(Al_{16}Si_{32})_{96}.16\text{ H}_2O$
Phillipsite	$(Na, K)_{10}(Al_{10}Si_{22}O_{64}).20\text{ H}_2O$
Erionite	$(Na, K, Ca)_9(Al_9Si_{27}O_{72}).27\text{ H}_2O$
Faujasite	$Na_{58}(Al_{58}Si_{134}O_{384}).240\text{ H}_2O$
Natrolit	$Na_{16}(Al_{16}Si_{24}O_{80}).16\text{ H}_2O$
Mordenite	$Na_8(Al_8Si_{40}O_{96}).24\text{ H}_2O$
Heulandite	$Ca_4(Al_8Si_{28}O_{72}).27\text{ H}_2O$
Clinoptilolite	$(Na_4K_4)(Al_8Si_{40}O_{96}).24\text{ H}_2O$
Stilbite	$Ca_5(Al_{10}Si_{26}O_{72}).28\text{ H}_2O$
Ferrierite	$(Na_2Mg_2)(Al_6Si_{30}O_{72}).18\text{ H}_2O$
Laumontite	$Ca_4(Al_8Si_{16}O_{48}).16\text{ H}_2O$
Linde A (synth)	$Na_{12}(Al_{12}Si_{12}O_{48}).27\text{ H}_2O$

Dari teori adsorpsi *Langmuir* menunjukkan bahwa permukaan suatu zat padat terdiri dari ruang yang masing-masing dapat mengadsorpsi satu molekul gas. Penurunan isoterm adsorpsi *Langmuir* mencakup lima asumsi mutlak sebagai berikut:

1. gas yang teradsorpsi berkelakuan ideal dalam fasa uap,
2. gas yang teradsorpsi dibatasi sampai monomolekul,
3. permukaan adalah homogen, artinya afinitas dari setiap kedudukan ikatan moleku gas adalah sama,
4. tidak ada antaraksi lateral antara molekul adsorbat,
5. molekul gas teradsorpsi terlokalisasi, artinya tidak dapat bergerak pada permukaan.

Suatu persamaan linier dibuat dengan tujuan untuk mendapatkan persamaan penurunan dari persamaan *Langmuir* sebagai berikut :

$$(X/M) = K + C^{(1/n)}$$

Keterangan :

- X = mg kromat atau sulfat
  - M = kg zeolit
  - K = konstanta adsorpsi
  - C = konsentrasi kesetimbangan HDTMA
  - n = konstanta *Langmuir*
- Rumus diatas bila dilogkan menjadi :

$$\text{Log } (X/M) = \text{log } K + (1/n) \text{ Log } C$$

Keterangan :

- Log K = intersept
- Log (1/n) = slope

**Modifikasi**

Modifikasi adalah mengubah sifat permukaan zeolit dengan cara pelapisan dengan senyawa organik atau anorganik. Senyawa organik yang dapat digunakan antara lain vinil piridin, HDTMA, dan chitosan. Adapun

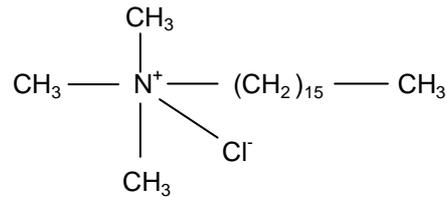
kualitas zeolit yang dimiliki Indonesia seperti pada tabel 2.2.

**Hexa Decil Trimetil Ammonium (HDTMA)**

Hexa Decil Trimetil Ammonium (HDTMA) adalah suatu tetra-substitusi kation ammonium dengan pengikatan nitrogen bervalensi lima secara permanen dan jaringan lurus panjang alkil (C16) yang memberikan tingkat hydrophobisitas. HDTMA mempunyai berat molekul 320 gram/mol dan berat jenis 0,89 kg/liter. Rumus molekulnya yaitu C<sub>19</sub>H<sub>42</sub>ClN dan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- flash point 15 °C,
- bersifat korosif sehingga mudah terbakar,
- sangat berbahaya jika dikonsumsi secara langsung oleh manusia.

Rumus bangun HDTMA adalah sebagai berikut:



Zeolit yang dimodifikasi secara baik dengan amina kuarter seperti HDTMA kemampuan daya serapnya dapat meningkat secara nyata khususnya untuk menghilangkan anorganik oksianion dalam larutan-larutan encer. Demikian juga, zeolit yang sudah dimodifikasi dengan HDTMA telah menunjukkan kemampuannya untuk pembebasan senyawa-senyawa klorinasi alipatik. Perlakuan proses pelapisan permukaan zeolit dengan amina kwartener tidak menurunkan sifat daya serap zeolit yang secara alamiah memang tinggi.

Seperti mineral lempung (*smektit*), kebanyakan zeolit memiliki muatan negatif dalam struktur jaringan yang merupakan hasil dari substitusi isomorfik kation dalam jaringan kisi-kisi kristal. Karena adanya muatan

Tabel 2. Kualitas Zeolit Indonesia

Zeolit Asal	Kadar Zeolit %	K T K Meq/100 gr	Luas Permukaan Spesifik <sup>2</sup> /gram)	Jenis zeolit
Bayah	60.79	86.42	89.39	Klinoptilolit, mordenit
Nanggung	70.42	71.53	74.14	Klinoptilolit, mordenit
Sukabumi	41.27	68.83	68.79	Klinoptilolit, mordenit
Lampung	32.6	61	85.2	Klinoptilolit, mordenit
Cikalong	66.1	167	156.5	Mordenit
Ciamis	70.46		162.3	Mordenit
Malang	76.2	165	174.5	Mordenit

negatif ini maka zeolit alam memiliki kemampuan yang kecil bahkan tidak memiliki daya serap terhadap anion. Kwartener amina dan kation ekstrastruktural (yaitu Na, Ca dan K) pada permukaan eksternal zeolit dapat menetralsir muatan negatif.

Oleh karena itu, perlu dilihat ada tidaknya penyerapan anion dengan suatu organozeolit menunjukkan adanya sifat pada oksianion anorganik dari larutan encer.

Dalam hal ini yang akan dikemukakan adalah mengenai penyerapan kalium kromat dan natrium sulfat oleh HDTMA-zeolit dan membahas mekanisme-mekanisme potensialnya terhadap proses penyerapan. Kalium kromat dipilih oleh karena senyawa ini sangat berbahaya apabila mencemari lingkungan. Natrium sulfat merupakan suatu oksianion bervalensi dua, namun kurang peka terhadap reduksi kimiawi.

#### METODE PENELITIAN

Penelitian modifikasi zeolit alam asal Cikalong dengan HDTMA ini dilakukan pada skala laboratorium melalui proses pertukaran ion yang menyebabkan terjadinya pelapisan HDTMA pada permukaan luar zeolit. Sebelum proses modifikasi ini dilakukan,

zeolit alam dipreparasi terlebih dahulu sampai ukuran tertentu.

#### Peralatan yang digunakan

Peralatan yang digunakan meliputi: alat preparasi seperti : pengering (oven), penggerus (crusher, roll crusher, dan

pulverizer), timbangan, pengayak (rotap shaker); alat untuk modifikasi dan uji adsorpsi (shaker dan erlenmeyer dan alat-alat gelas lainnya), penyaring, dan alat uji komposisi kimia (AAS dan SEM).

#### Bahan-bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan terdiri dari : zeolit jenis mordenit asal Cikalong, HDTMA-Cl, buffer sodium asetat, natrium sulfat, kalium kromat, air, dan kertas pH.

#### Prosedur percobaan

Dalam penelitian ini, variabel yang ditetapkan nilainya adalah: waktu penggoyangan (kontak) selama 24 jam, temperatur 25 °C, larutan buffer sodium asetat pH 5. Sedangkan variabel yang divariasikan meliputi : ukuran partikel : -10 + 18 mesh, -18 + 28 mesh, dan -28 + 48 mesh, perbandingan berat zeolit dengan volume larutan HDTMA, serta konsentrasi HDTMA 50 %, 100 %, 200 %. Secara garis besar, percobaan modifikasi zeolit alam dengan HDTMA dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

- Zeolit asal dikeringkan, digerus, diayak, kemudian ditimbang sesuai kebutuhan
- Zeolit selanjutnya dikontakkan dengan larutan buffer (50 ml Na-asetat pada pH 5), didekantasi dan dibilas dengan air
- Setelah itu zeolit diperlakukan dengan HDTMA, didekantasi, dibilas dengan air, dikeringkan (diangin-angin), dan kemudian ditimbang
- Zeolit hasil modifikasi dengan HDTMA diuji daya desarpnya terhadap ion kromat dan sulfat dengan penggoyangan (*shaker*).

- Larutan kromat dan sulfat sebelum dan sesudah diadsorpsi oleh zeolit-HDTMA dianalisis kadarnya
- Zeolit alam dan zeolit hasil modifikasi dengan HDTMA diuji nilai KTK-nya, struktur mikro dengan SEM.

**HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN**

**Hasil uji karakteristik zeolit alam.**

Hasil pengujian karakteristik zeolit alam dapat dilihat pada tabel 3.

**Hasil uji karakteristik zeolit-HDTMA.**

Hasil pengujian zeolit-HDTMA dapat dilihat pada tabel 3. Hasil percobaan zeolit alam pada Tabel 4 nilai kapasitas tukar kation (KTK) = 156,5 meq / 100 g, sedangkan zeolit termodifikasi pada Tabel 4. dengan konsentrasi 50%. Nilai KTK = 137,05 meq/100gr. Dilihat dari hasil nilai KTK terbukti bahwa zeolit alam lebih besar dibandingkan zeolit yang termodifikasi. Hal ini disebabkan oleh adanya pelapisan HDTMA pada permukaan zeolit, sehingga luas permukaan pori-pori zeolit berkurang yang akibatnya nilai KTK-nya turun.

Selain nilai KTK, ukuran dan dosis HDTMAi sangat berpengaruh untuk zeolit termodifikasi, dimana ukurannya (-28 + 48) mesh dengan dosis 200 % HDTMA-nya lebih besar dibandingkan dengan ukuran (-10 + 18) mesh. Sama halnya zeolit termodifikasi, zeolit alam juga dengan

ukuran (-28 + 48) mesh lebih besar dibandingkan dengan ukuran (-10 + 18) mesh. Karena zeolit alam dengan KTK yang tinggi dapat menukar kation yang besar, tetapi sangat kecil dalam menukar anion. Sedangkan pada zeolit termodifikasi mempunyai kemampuan untuk menyerap anion sulfat dan kromat tinggi. Namun zeolit termodifikasi kemampuan menukar kationnya relatif menurun pada ukuran (-10 + 18) mesh, untuk HDTMA 50 % KTK = 137,05, HDTMA 100 % KTK = 139, HDTMA 200 % KTK = 142,23 (meq /100g). Ini diakibatkan karena permukaan luar zeolit lebih kecil daripada molekul HDTMA.

**Hasil pelapisan zeolit dengan HDTMA**

Berat dan persentase HDMA yang melapisi zeolit (berat 5 g) dapat dilihat pada table di bawah. Dari data di atas dapat dilihat, bahwa semakin halus ukuran butir zeolit, HDTMA yang menempel pada permukaan zeolit semakin banyak, karena luas permukaan spesifik zeolit semakin besar. Untuk ukuran butir -10+18 mesh dan dosis HDTMA 50 %, diperoleh persen dan berat HDTMA yang menempel pada permukaan zeolit dengan berat 5 gram masing-masing 4,21 % dan 0,22 g. Sedangkan untuk ukuran butir zeolit -28+48 mesh persen dan berat yang menempel pada permukaan zeolit masing-masing 8,75 % dan 0,48 g. Demikian juga untuk dosis HDTMA, semakin besar dosis yang ditambahkan, jumlah HDTMA yang menempel semakin besar pula (lihat table 5).

**Tabel 3.** Karakteristik zeolit alam Cikalong Tasikmalaya

Ukuran Mesh	Komposisi Mineral	Komposisi Kimia	KTK meq/100 g
-10 + 18	Mordenit,	Al <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub> ,	156.5
-18 + 28	Feldspathoid,	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , MgO, Dll	154.3
-28+48	Feldspar,dll		151.8

**Tabel 4.** Karakteristik zeolit termodifikasi dengan HDTMA-Cl.

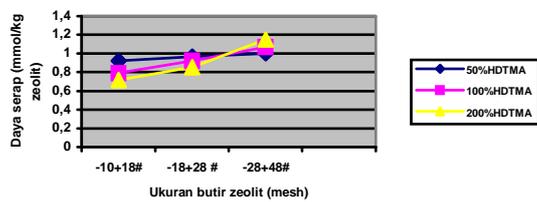
Ukuran Mesh	Komposisi Mineral	Komposisi Kimia	KTK ( meq / 100 g )		
			50 %	100 %	200 %
-10 + 18			137.05	139	142.23
-18 + 28	Mordenit	HDTMA	137.38	139.2	142.4
-28+ 48			138.49	139.5	143

**Tabel 5.** Persen dan berat HDTMA yang melapisi zeolit

Ukuran (mesh)	Konsentrasi 50 %		Konsentrasi 100 %		Konsentrasi 200 %	
	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
-10 + 18	4.21	0.22	6.36	0.34	8.08	0.44
-18 + 28	6.36	0.34	11.03	0.62	11.50	0.65
-28 + 48	8.75	0.48	12.58	0.72	13.49	0.78

**Pengaruh ukuran butir zeolit terhadap kemampuan daya serap zeolit-HDTMA untuk on sulfat**

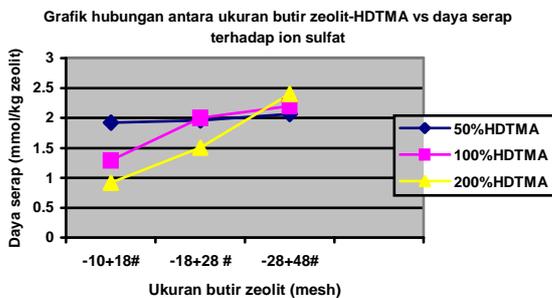
a. Untuk konsentrasi ion sulfat awal 73,96 mg/l dan berat zeolit 2,5 g, volume larutan 10 ml



Gambar 1.

Grafik hubungan antara ukuran butir vs daya serap (konsentrasi ion sulfat awal 73,96 mg/l)

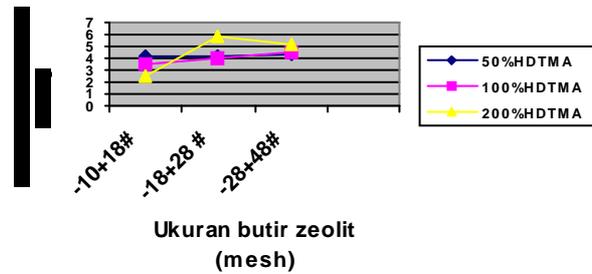
b. Untuk konsentrasi ion sulfat awal 147,91 mg/l dan berat zeolit 2,5 g, volume larutan 10 ml



Gambar 2.

Grafik hubungan antara ukuran butir vs daya serap (konsentrasi ion sulfat awal 147,91 mg/l)

c. Untuk konsentrasi ion sulfat awal 295,83 mg/l dan berat zeolit 2,5 g, volume larutan 10 ml

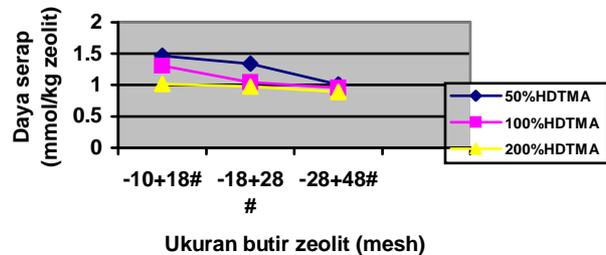


Gambar 3.

Grafik hubungan antara ukuran butir vs daya serap (konsentrasi ion sulfat awal 295,83 mg/l)

**Pengaruh ukuran butir zeolit terhadap kemampuan daya serap zeolit-HDTMA untuk ion kromat**

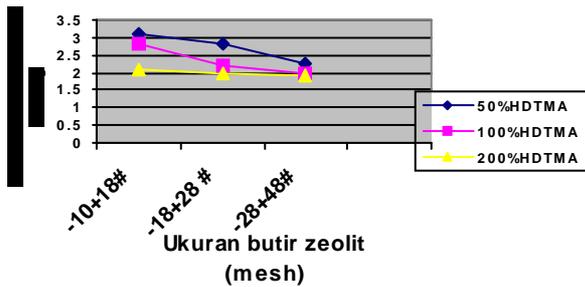
a. Untuk konsentrasi ion kromat awal 83,50 mg/l dan berat zeolit 2,5 g, volume larutan 10 ml



Gambar 4.

Grafik hubungan antara ukuran butir vs daya serap (konsentrasi ion kromat awal 83,50 mg/l)

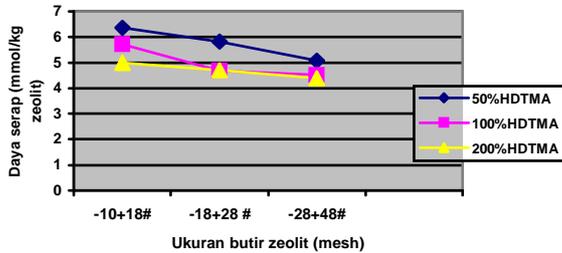
b. Untuk konsentrasi ion kromat awal 167,0 mg/l dan berat zeolit 2,5 g, volume larutan 10 ml



Gambar 5.

Grafik hubungan antara ukuran butir vs daya serap (konsentrasi ion kromat awal 167,0 mg/l)

c. Untuk konsentrasi ion kromat awal 334,0 mg/l dan berat zeolit 2,5 g, volume larutan 10 ml.



Gambar 6.

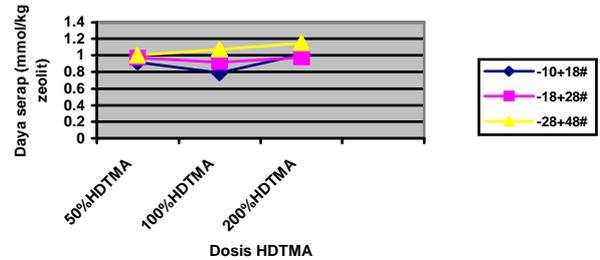
Grafik hubungan antara ukuran butir vs daya serap (konsentrasi ion kromat awal 334,0 mg/l)

### Pengaruh ukuran butir zeolit

Ukuran butir zeolit yang sudah dimodifikasi dengan HDTMA berpengaruh terhadap kemampuan daya serapnya untuk ion sulfat maupun ion kromat. Semakin halus ukuran butir zeolit, daya serapnya terhadap ion sulfat cenderung meningkat, tetapi sebaliknya untuk ion kromat kemampuan daya serapnya cenderung menurun. Untuk ion sulfat, data yang didapat sesuai dengan teori yang menyatakan, bahwa semakin halus ukuran butir, maka semakin besar luas permukaannya dan akibatnya kemampuan daya serapnya juga semakin tinggi (gambar 1 s/d 3). Keadaan menyimpang terjadi pada adsorpsi ion kromat, yaitu semakin halus ukuran butir zeolit yang digunakan, data daya serap terhadap ion kromat yang diperoleh semakin turun (gambar 4 s/d 6). Hal ini mungkin disebabkan adanya kesalahan dalam sampling baik untuk sample zeolit maupun larutan.

### Pengaruh konsentrasi ion sulfat terhadap kemampuan daya serap zeolit-HDTMA

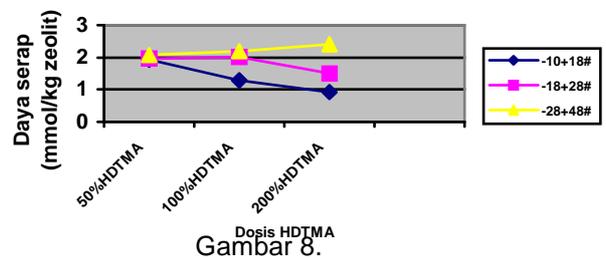
a. Untuk ukuran butir zeolit -10+18 mesh dan berat zeolit 2,5 g, volume larutan 10 ml, konsentrasi sulfat 73,96 mg/l.



Gambar 7.

Grafik hubungan antara dosis HDTMA vs daya serap (konsentrasi ion sulfat 73,96 mg/l)

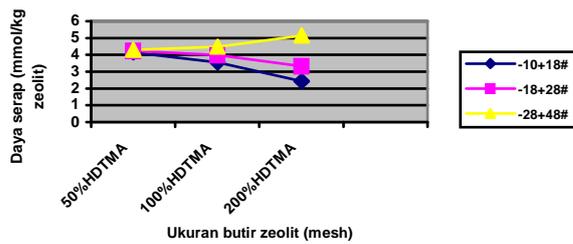
b. Untuk ukuran butir zeolit -10+18 mesh dan berat zeolit 2,5 g, volume larutan 10 ml, konsentrasi sulfat 147,91 mg/l.



Gambar 8.

Grafik hubungan antara dosis HDTMA vs daya serap (konsentrasi ion sulfat 147,91 mg/l)

b. Untuk ukuran butir zeolit -10+18 mesh dan berat zeolit 2,5 g, volume larutan 10 ml, konsentrasi sulfat 295,83 mg/l

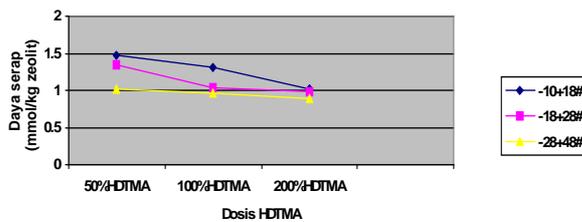


Gambar 9.

Grafik hubungan antara dosis HDTMA vs daya serap (konsentrasi ion sulfat 295,83 mg/l)

**Pengaruh konsentrasi ion kromat terhadap kemampuan daya serap zeolit-HDTMA**

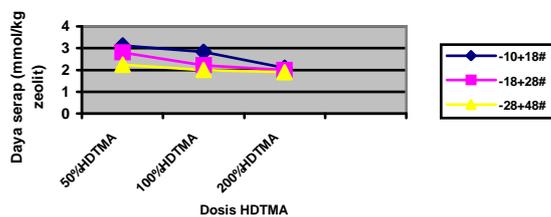
- a. Untuk ukuran butir zeolit -10+18 mesh dan berat zeolit 2,5 g, volume larutan 10 ml, konsentrasi kromat 83,50 mg/l



Gambar 10.

Grafik hubungan antara dosis HDTMA vs daya serap (konsentrasi ion kromat 83,50 mg/l)

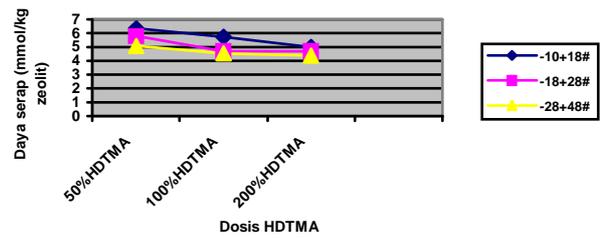
- c. Untuk ukuran butir zeolit -10+18 mesh dan berat zeolit 2,5 g, volume larutan 10 ml, konsentrasi kromat 167,0 mg/l



Gambar 11.

Grafik hubungan antara dosis HDTMA vs daya serap (konsentrasi ion kromat 167,0 mg/l)

- c. Untuk ukuran butir zeolit -10+18 mesh dan berat zeolit 2,5 g, volume larutan 10 ml, konsentrasi kromat 334,0 mg/l



Gambar 12.

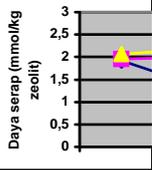
Grafik hubungan antara dosis HDTMA vs daya serap (konsentrasi ion kromat 334,0 mg/l)

**Pengaruh dosis HDTMA**

Dosis HDTMA yang ditambahkan ke dalam zeolit berpengaruh terhadap mutu hasil pelapisan HDTMA pada permukaan zeolit. Semakin tinggi dosis HDTMA yang ditambahkan khususnya untuk ukuran butir zeolit relatif kasar (-10+18) mesh dan (-18+28 mesh) menunjukkan kecenderungan penurunan kemampuan daya serapnya terhadap ion sulfat maupun ion kromat. Tetapi untuk ukuran butir zeolit lebih halus (-28+48 mesh) terjadi hal sebaliknya, yaitu semakin besar dosis HDTMA yang digunakan, kemampuan daya serap terhadap ion sulfat maupun kromat meningkat. Untuk ukuran butir zeolit relatif kasar (-10+18) mesh dan (-18+28 mesh) yang berarti luas permukaan spesifik lebih kecil dibandingkan dengan zeolit yang berukuran butir (-28+48) mesh. Hal ini menyebabkan HDTMA yang ditambahkan jumlahnya berlebihan yang mengakibatkan terjadinya lapisan ganda (double layer) pada permukaan zeolit. Hal ini justru tidak dikehendaki, karena permukaan zeolit yang terbentuk tidak mampu menyerap anion baik sulfat maupun kromat.

**Pengaruh konsentrasi ion sulfat dan kromat**

Konsentrasi ion sulfat dan ion kromat dalam larutan berpengaruh terhadap daya serap zeolit-HDTMA. Semakin tinggi konsentrasi ion sulfat maupun kromat, jumlah ion yang teradsorpsi persatuan berat zeolit (daya adsorpsi dinyatakan dalam mmol/kg zeolit) semakin tinggi. Hal ini mudah dipahami, yaitu semakin tinggi konsentrasi ion sulfat maupun kromat, mobilitas ion makin tinggi, sehingga kemungkinan terjadinya



tumbukan ion-ion tersebut dengan zeolit semakin besar, akibatnya jumlah ion yang teradsorpsi semakin besar pula.

Sebagai gambaran daya serap zeolit-HDTMA ukuran butir (10+18 mesh) untuk ion sulfat, berkisar antara 0,7 – 0,9 mmol/kg untuk konsentrasi ion sulfat 73,96 mg/l; 0,9 – 1,9 mmol/kg untuk konsentrasi ion sulfat 147,91 mg/l; dan 2,5 – 4 mmol/kg untuk konsentrasi ion sulfat 295,83 mg/l. Sedangkan untuk ukuran butir zeolit-HDTMA yang lebih halus, angka-angka tersebut semakin tinggi, yaitu untuk ukuran butir zeolit-HDTMA (28+48)mesh dan konsentrasi ion sulfat masing-masing 73,96 mg/l, 147,91 mg/l, dan 293,83 mg/l berturut-turut memberikan angka daya serap berkisar antara 1 – 1,18 mmol/kg, 2 – 2,4 mmol/kg, dan 4,1 – 5,0 mmol/kg.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Zeolit alam mempunyai kapasitas tukar kation (KTK) yang lebih besar dibandingkan dengan zeolit yang sudah dimodifikasi dengan HDTMA, tetapi zeolit termodifikasi tersebut mempunyai kemampuan daya adsorpsi terhadap anion yang lebih besar .
2. Jumlah kromat teradsorpsi untuk ukuran butir (-28 + 48) mesh = 5,15 mmol/kg pada dosis HDTMA 200 %, sedangkan jumlah sulfat teradsorpsi dengan dosis HDTMA 200 % pada ukuran (-10 + 18) mesh = 6,36 mmol/kg.. Hal ini membuktikan bahwa zeolit termodifikasi memiliki kemampuan adsorpsi terhadap anion sulfat lebih besar dibandingkan dengan anion kromat.
3. Berat HDTMA yang menempel pada permukaan zeolit terbanyak pada ukuran (-28 + 48) mesh dengan dosis 200 % HDTMA adalah 0,78 gram.
4. Hasil percobaan modifikasi menunjukkan, bahwa persen berat HDTMA yang melapisi zeolit berkisar antara 4,21 – 13,49 %, dengan nilai kapasitas tukar kation (KTK) berkisar antara 137,05 – 143,00 meq/100 g.
5. Hasil uji daya serap terbaik diperoleh pada zeolit berukuran butir -28 + 48 mesh dan dosis HDTMA 200 % untuk

ion sulfat yang mencapai nilai 49,46 mg/100g (5,15 mmol/kg), sedangkan untuk ion kromat didapat pada zeolit berukuran butir -10 + 18 mesh dengan dosis HDTMA 50 % dengan nilai daya serap sebesar 61,05 mg/100g (6,36 mmol/kg).

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bowman, R.S., Flynn, M.Haggerty, G.M., Huddleston, R.C., Neel, D. "Organo-Zeolites for sorption of non polar organics, inorganic cations, and Inorganic Anion", In proceeding of 1993 Joint CSCE-ASCE Conference on Environmental Engineering, Montreal, Quebec, 1993; Geotechnical Research Center of Mc Gill University, Montreal, Canada, 1993 pp 1103-1109.
2. Barrer, R.M., "Zeolites and Clay Minerals as Sorbents and Molecular Sieves", Academic Press, London, 1978; pp 5-20
3. Ming, D.M., Mumpton, F.A., "Zeolites in Soil", in Mineral in Soil Environments, 2<sup>nd</sup> ed., Dixon, J.B., Weed, S.B.eds, Soil Science Society of America, Madison, WI, 1989, pp 873-911
4. Breck, D.W., "Zeolite Molecular Sieve, Structure, Chemistry and Use, John Wiley and Sons, New York, 1974, pp 771.