BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

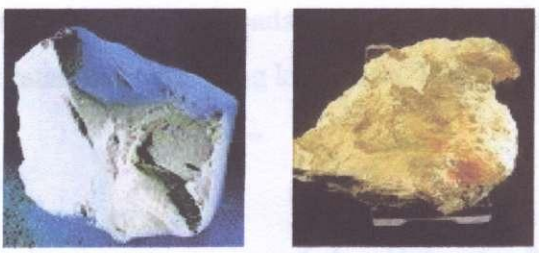
2.1 Kaolin

Kaolin merupakan masa batuan yang tersusun dari mineral lempung dengan kandungan besi rendah. Kaolin mempunyai komposisi hidros aluminium silikat ($Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$) dengan disertai beberapa mineral penyerta. Mineral yang termasuk dalam kelompok kaolin adalah kaolinit, nakrit, dikrit dan haloisit dengan kaolinit sebagai mineral utama. Proses pembentukan kaolin adalah karena pelapukan dan proses hidrothermalalterasi pada batuan beku yang banyak mengandung feldspar dimana mineral potasium aluminium silikat dan feldspar diubah menjadi kaolin (Hartomo, 1994).

Proses pelapukan sebagai berikut :

$$2KAlSi_3O_8 + 2H_2O + CO_2 \rightarrow Al_2O_3\,2SiO_2\,2H_2O + 4SiO_2 + K_2CO_3$$

Feldspar Kaolin



Gambar 1. Mineral Kaolin

http://de.wikipedia.org/wiki/kaolin

2.1.1 Komposisi dan Struktur Kimia

Komposisi kimia kaolin antara lain oksida-oksida anorganik dan ion logam berat yang berada dalam jumlah kecil. Oksida-oksida anorganik yang terdapat dalam jumlah besar adalah SiO_2 dan Al_2O_3, sedangkan yang terdapat dalam jumlah kecil antara lain : Fe_2O_3, CaO, MgO, TiO_2, Na_2O, dan lain sebagainya.

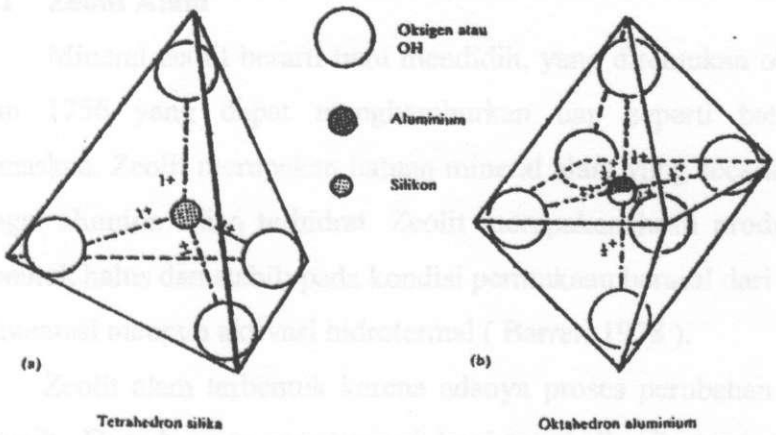
Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Berikut ini adalah tabel komposisi kimia yang ada dalam kaolin tersebut (Dinas Pertambangan dan Energi, 2005) :

Komponen	Kadar (%)
SiO_2	46,50
Al_2O_3	36,68
CaO	0,38
Fe_2O_3	0,90
K_2O	1,23
MgO	0,25
TiO_2	0,42
Na_2O	0,05

Tabel 1. Komposisi Kimia Kaolin

Secara struktural kaolin tergolong jenis filosilikat tipe 1:1, karena masing-masing tersusun dari lapisan tetrahedral silika (gambar 2.2) dan oktahedral alumina (gambar 2.3). Kristalnya terdiri dari lembar-lembar oktahedral aluminium yang tertumpuk di atas lembar tetrahedral silika (gambar 2.4). Susunan lapisan tetrahedral dan oktahedral pada kaolin dihubungkan oleh atom oksigen pada satu sisi dan hidrogen dari gugus hidroksil pada sisi yang lain, sehingga menghasilkan tumpukan dengan 8 ikatan hidrogen yang kuat (Tan, 1995).



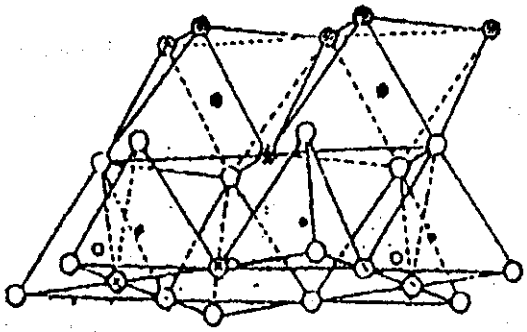
Tetrahedron silika

Gambar 2. Tetrahedral silika

Oktahedron aluminium

Gambar 3. Oktahedral alumina

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/



Gambar 4. Struktur kaolin

2.2 Mineral Zeolit

Zeolit adalah padatan kristal yang memiliki rongga mikro dengan struktur yang sangat bagus. Umumnya zeolit mengandung unsur silikon, aluminium, dan oksigen di dalam struktur kerangkanya dan kation-kation, air atau molekul lainnya dengan pori-pori. Zeolit banyak ditemukan di alam sebagai mineral dan secara luas diberbagai bagian dunia. Zeolit juga bisa disintesis dan dapat digunakan untuk komersil, atau dihasilkan oleh peneliti yang mencoba lebih memahami zeolit (Bell, 2001).

2.2.1 Zeolit Alam

Mineral zeolit berarti batu mendidih, yang ditemukan oleh Cronsted pada tahun 1756 yang dapat menghamburkan uap seperti batu mendidih jika dipanaskan. Zeolit merupakan batuan mineral alam yang secara kimia dinyatakan sebagai alumina silica terhidrat. Zeolit merupakan hasil produk sekunder yang berbentuk halus dan stabil; pada kondisi permukaan berasal dari proses pelapukan, sedimentasi maupun aktivasi hidrotermal (Barrer, 1978).

Zeolit alam terbentuk karena adanya proses perubahan alam dari batuan vulkanik. Daerah yang mempunyai kegiatan vulkanik yang telah berlangsung lama dan terus menerus merupakan daerah yang biasanya mengandung zeolit. Pembentukan zeolit di alam dapat melalui dua cara, yaitu pembentukan pada suhu dibawah $40^{O}C$ akibat proses sedimentasi, dan pembentukan pada suhu tinggi akibat proses vulkanik (Anonimous, 2004).

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

2.2.2 Zeolit Sintetis

Zeolit sintetis memiliki sifat yang unik, yaitu susunan atom maupun komposisinya dapat dimodifikasi, maka para peneliti berupaya untuk membuat zeolit sintetis yang mempunyai sifat khusus. Percobaan awal terhadap sintesis zeolit disimulasikan terhadap kondisi vulkanik. Zeolit hidrofilik akhirnya dapat disintesis pada tahun 1949 oleh Milton, Breck dan kawan-kawan pada kondisi hidroterma. Beberapa zeolit sintetis memiliki keasaman dalam penyerapan karbon, selama keduanya dianggap bersifat hidrofobik (memiliki afinitas terhadap senyawa organik, dengan penurunan aktifitas) dan dapat mengadsorpsi uap organik dengan molekul yang lebih kecil dibanding ukuran porinya (Anonimous, 2004).

Zeolit sintetis memiliki kemurnian yang lebih tinggi dari pada zeolit alam, dan memiliki rasio Si/Al yang dapat disusun sesuai dengan kebutuhan karenanya, bila dilihat dari rasio Si/Al maka zeolit dapat dikelompokkan sebagai berikut (Anna, 2004) :

1. Zeolit kadar Si rendah (kaya Al)

   Zeolit jenis ini mempunyai pori-pori, komposisi dan saluran rongga optimum sehingga memiliki efektifitas tinggi untuk pemisahan atau pemurnian dengan kapasitas besar. Kadar maksimum Al dalam zeolit dapat dicapai bila perbandingan Si/Al 1-1,5 seperti zeolit A dan X.

2. Zeolit kadar Si sedang

   Zeolit jenis ini memiliki perbandingan Si/Al antara 2-10, seperti zeolit omega dan zeolit Y.

3. Zeolit kadar Si tinggi

   Zeolit jenis ini memiliki perbandingan Si/Al antara 10-100 bahkan lebih dan akan menyerap molekul yang tidak polar serta baik digunakan sebagai katalis untuk hidrokarbon, seperti ZSM-5, ZSM-21 dan, ZSM-24.

4. Zeolit Si (tanpa Al)

   Zeolit Si tidak mengandung Al sama sekali atau dapat dikatakan tidak memiliki sisi kation sama sekali. Sifat jenis zeolit ini sangat hidrofilik-hidrofobik sehingga dapat memisahkan suatu molekul organik dari campuran air, contoh zeolit Si adalah silikalait.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

2.3 Sifat – Sifat Zeolit

Adapun sifat dari zeolit adalah sebagia berikut :

2.3.1 Dehidrasi

Sifat dehidrasi dari zeolit akan berpengaruh terhadap sifat adsorpsinya. Zeolit dapat melepaskan molekuler air dari dalam rongga yang menyebabkan medan listrik meluas kedalam rongga utama dan akan efektif berinteraksi dengan molekul yang diadsorpsi. Jumlah molekul air sesuai dengan jumlah pori-pori atau volume ruang hampa yang akan terbentuk bila kristal zeolit dipanaskan (Faluti, 2005).

2.3.2 Adsorpsi

Proses adsorpsi adalah suatu pengikatan molekul dari suatu fluida baik dalam bentuk cair maupun gas kepermukaan bahan padat. Bahan padat yang mempunyai kemampuan mengikat molekul disebut adsorben, sedangkan zat-zat yang diserap disebut zat adsorbat. Proses adsorpsi biasanya dilakukan dengan cara mengontakkan larutan/gas dengan padatan, sehingga sebagian komponen larutan/gas yang diserap pada permukaan padatan, akibatnya akan mengubah komposisi larutan tersebut. Secara fundamental adsorpsi kimia (chemisorption). Menurut proses berlangsungnya adsorpsi dapat dilakukan melalui dua cara yaitu sistem batch dan sistem kolom.

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi, yaitu sifat fisis dan kimia dari subtansi yang diadsorpsi, sifat fisis dan sifat kimia adsorben, konsentrasi adsorbat dalam fase cair, sifat-sifat cairan dan waktu kontak dalam sistem.

Dalam peristiwa adsorpsi terdapat interaksi antara adsorben dan adsorbatnya. Berdasarkan kuat atau lemahnya interaksi tersebut maka adsorpsi dapat dibagi atas empat golongan yaitu: (Treyball, 1981)

1. Adsorpsi Fisika *(physical adsorption)*

   Adsorpsi fisika yaitu adsorpsi yang terjadi pada molekul disebabkan adanya gaya Van der Walls. Gaya Van der Walls merupakan gaya intermolekul dari molekul adsorben dengan molekul adsorbat. Adsorpsi fisika bersifat reversible dan panas adsorpsinya kecil.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

2. Adsorpsi Kimia *(Chemical adsorption)*

   Yaitu adsorpsi yang terjadi antara atom-atom atau molekul-molekul zat padat yang terdapat pada permukaan. Pada adsorpsi kimia terbentuk ikatan kimia antara adsorben dengan adsorban. Adsorpsi kimia ini bersifat irreversible dan panas adsorpsinya besar. Keseimbangan reaksi juga lebih lama tercapai dibandingkan dengan adsorpsi fisika.

3. Adsorpsi Pertukaran *(exchange adsorption)*

   Adsorsi ini lebih dikenal dengan pertukaran ion (ion exchange) adalah melibatkan tarik menarik elektro statik spesies ionik dari posisi muatan yang berlawanan dari permukaan adsorben. Dimana afinitas elektrostatik dari spesies ion yang akan menggantikan harus lebih besar dari ion-ion yang telah diadsorpsi pada mulanya atau ion-ion yang terdapat pada permukaan adsorben.

4. Adsorpsi Spesifik

   Adsorsi spesifik terjadi apabila gugus fungsi molekul adsorbat melekat pada permukaan adsorben atau berinteraksi, namun adsorbat tidak mengalami transformas. Kebanyakan adsorben adalah bahan yang mempunyai porositas yang tinggi dan adsorbat menempati pada dinding pori, bahan adsorben yang telah dipakai pada industri adalah Fuller's earth, bauksit, clays, bone back, karbon, alumina, silika gel, base exchange silikat dan resin sintetik.

Bila kristal zeolit dipanaskan pada suhu 300 ^{0}C maka air yang berada didalam kristal zeolit akan keluar sehingga zeolit dapat berfungsi sebagai penyerap cairan ataupun gas. Selain mampu menyerap gas atau cairan, zeolit juga mampu memisahkan molekuler berdasarkan kepolarannya.

Adsorben adalah zat yang mempunyai sifat mengikat molekul pada permukaan dan sifat ini sangat menonjol pada padatan berpori. Beberapa syarat yang harus dipenuhi oleh suatu adsorben adalah : mempunyai permukaan yang luas, mempunyai pori-pori, aktif dan murni, tidak bereaksi dengan adsorbat.

Molekul-molekul pelarut selalu berada pada kesetimbangan yaitu daya tarik antar molekulnya merata keseluruh arah. Dengan adanya gaya tarikan

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

vertikal-vertikal adsorben, vertiakal-vertikal pelarut yang berada dipermukaan adsorben, berada pada keadaan tidak seimbang sehingga akan terjadi akumulasi zat cair disekitar adsorben. Akibatnya terjadi penurunan tegangan permukaan larutan dan dengan mudah zat cair dapat diadsorpsi.

Menurut Gibbs, pada tegangan permukaan yang rendah zat akan terkonsentrasi pada permukaan. Bila suatu zat terlarut akan diadsorpsi oleh zat padat, maka zat terlarut akan terkonsentrasi pada permukaan zat padat dengan kata lain zat terlarut akan teradsorpsi.

Banyaknya zat padat apabila berhubungan dengan air akan mempunyai muatan listrik. Seperti halnya silika akan bermuatan negatif apabila berkontak dengan air, muatan ini dapat menyebabkan adsorpsi yang selektif dari ion hidroksida pada permukaan zat padat, sehingga zat padat akan dapat menyerap vertikal yang berlawanan muatan dengannya. Tipe adsorpsi seperti ini dikenal dengan adsorpsi elektrostatik (Mantel, 1975).

2.3.3 Penukar Ion

Ion-ion yang berada pada rongga atau kerangka zeolit berguna untuk menjaga kenetralan zeolit tersebut. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya.

2.3.4 Katalis

Ciri paling khusus dari zeolit secara praktis akan menentukan sifat khusus mineral ini yaitu adanya ruang kosong yang membentuk saluran didalam strukturnya. Sifat keasaman yang dimiliki oleh permukaan zeolit juga dapat menjadi alasan zeolit digunakan sebagai katalis.

2.4. Isoterm Adsorpsi

Adsorpsi merupakan peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorbsi atau adsorben. Ditinjau dari bahan yang teradsorbsi dan bahan pengadsorben adalah dua fasa yang berbeda, oleb sebab itu dalam peristiwa adsorbsi, materi teradsorpsi akan terkumpul antar muka kedua fasa tersebut.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Kesetimbangan distribusi ion logam dengan adsorben adalah sangat penting untuk menentukan kapasitas penyerapan maksimum. Ada dua jenis isoterm adsorpsi yaitu freundlich dan langmuir. Bentuk persamaan isotherm langmuir adalah sebagai berikut (Al-Anber dkk, 2007) :

$$\frac{Ce}{qe} = \frac{1}{Qmaks\ KL} + \frac{Ce}{Qmaks}$$

Dimana : q_e = kesetimbangan konsentrasi logam dalam adsorben (mg ion/ gr adsorben)

Q_{maks} = (mg/g)

c_e = konsentrasi setimbang

K_L = (L/mg yaitu konstanta Langmuir yang dihubungkan dengan kapasitas penyerapan maksimum secara bersamaan untuk menentukan sisi penyerapan dan mengukur daya penyerapan (tetepan kesetimbangan).

Konstanta didapat dari slope dan intersep yaitu c_e/q_e dan c_e. Jadi Q_{maks} = 1/slope dan K_L = slope/ intersep.

Bentuk persamaan isotherm Freundlich adalah :

$$\text{Ln } q_e = \ln K_F + (\tfrac{1}{n}) \ln c_e$$

Dimana : K_F dan n adalah konstanta freunlich yang diperoleh dari slope dan intersep dengan menghubungkan antara q_e vs ln c_e

Penyerapan energi bebas gibbs (ΔG^0) adalah azaz spontanitas. Reaksi terjadi secara spontan pada temperatur normal jika ΔG = (-). Energi bebas gibbs (ΔG^0) untuk adsorpsi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan termodinamika

$$\Delta G = -RT \ln K_L$$

Dimana : T : temperatur

R: Konstanta ga (8,314 J/mol K)

2.5. Struktur Zeolit

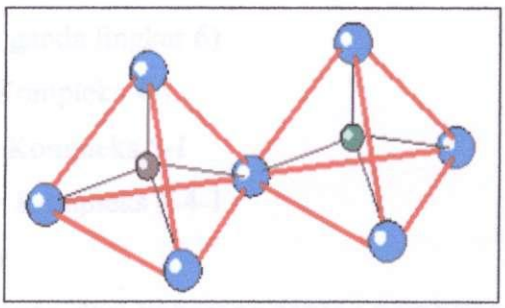
Zeolit adalah material padat yang tidak larut dalam air yang membawa kation yang dapat ditukar dengan kation lain yang bermuatan sama. Zeolit mempunyai struktur tiga dimensi, didalamnya terdapat pori atau ruang kosong

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

yang dapat dilewati, dimasuki atau ditempati oleh berbagai molekul yang tergantung pada ukuran molekul dan ukuran pori zeolit serta interaksi antara molekul dengan permukaan. Permukaan zeolit aktif sebagian besar berada pada permukaan pori-pori, sehingga untuk bereaksi, ion dalam larutan elektrolit harus mendifusi ke dalam pori-pori. Oleh karena itu dalam peristiwa terjadi difusi dan reaksi ion secara serentak. Zeolit berbentuk kristal aluminosilikat terhidrasi yang mengandung muatan positif dari ion-ion logam alkali dan alkali tanah dalam kerangka tiga dimensi, dengan setiap oksigen membatasi antara dua tetrahedral. Kerangka alumina silikat merupakan inti struktur zeolit secara keseluruhan. Kerangka aluminosilikat zeolit tersusun atas 3 unit bangunan (Akbar, 1997).

1. Unit pembangun primer

Merupakan bagian terkecil dari kerangka zeolit yang terdiri dari TO_4 tetrahedral (T ≡ Si atau Al).

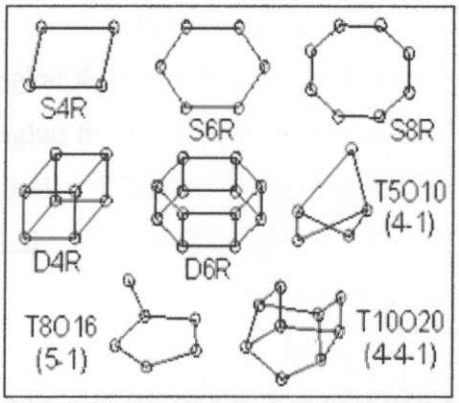


Gambar 5. Unit pembangun primer

2. Unit pembangun sekunder

Merupakan gabungan dari dua, tiga, empat atau lebih tetrahedral untukmembentuk lapisan tunggal atau rantai cincin.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/



Gambar 6. Unit pembangun sekunder

Keterangan:

a. (S4R) = Cincin tunggal lingkar 4

b. (S6R) = Cincin tunggal lingkar 6

c. (S8R) = Cincin tunggal lingkar 8

d. (D4R) = Cincin ganda lingkar 4

e. (D4R) = Cincin ganda lingkar 6)

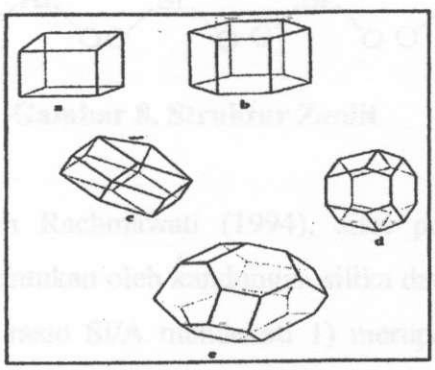
f. (Unit T_5O_{10}) = Kompleks 4-1

g. (Unit T_8O_{16}) = Kompleks 5-1

h. (Unit $T_{10}H_{20}$) = Kompleks 4-4-1

3. Unit pembangun tersier

Merupakan gabungan dari beberapa satuan pembangun sekunder yang tersusun secara teratur.



Gambar 7. Unit pembangun tersier

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Keterangan:

a. Cincin ganda lingkar 4

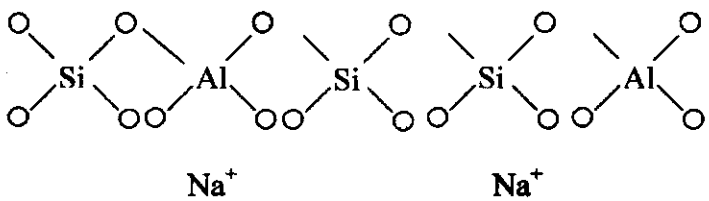
b. Cincin ganda lingkar 6

c. Cincin 4 tetrahedral

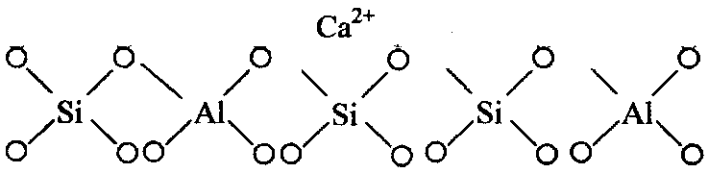
d. Prisma heksagonal

e. Sangkar sodalit

Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit-unit tetrahedral AlO_4^{5-} dan SiO_4^{4-} yang saling berikatan melalui atom oksigen. Ion Si^{4+} dalam zeolit dapat disubsitusi dengan ion Al^{3+} sehingga menyebabkan kerangka bermuatan negatif dan dapat diimbangi dengan adanya kation-kation logam alkali atau alkali tanah di dalam rongga-rongganya seperti Na^+, K^+, Mg^{2+}, Sr^{2+} atau Ba^{2+} yang berfungsi sebagai kation penetral.



Jika ion Na^+ diganti dengan ion Ca^{2+}, maka struktur kerangka menjadi:



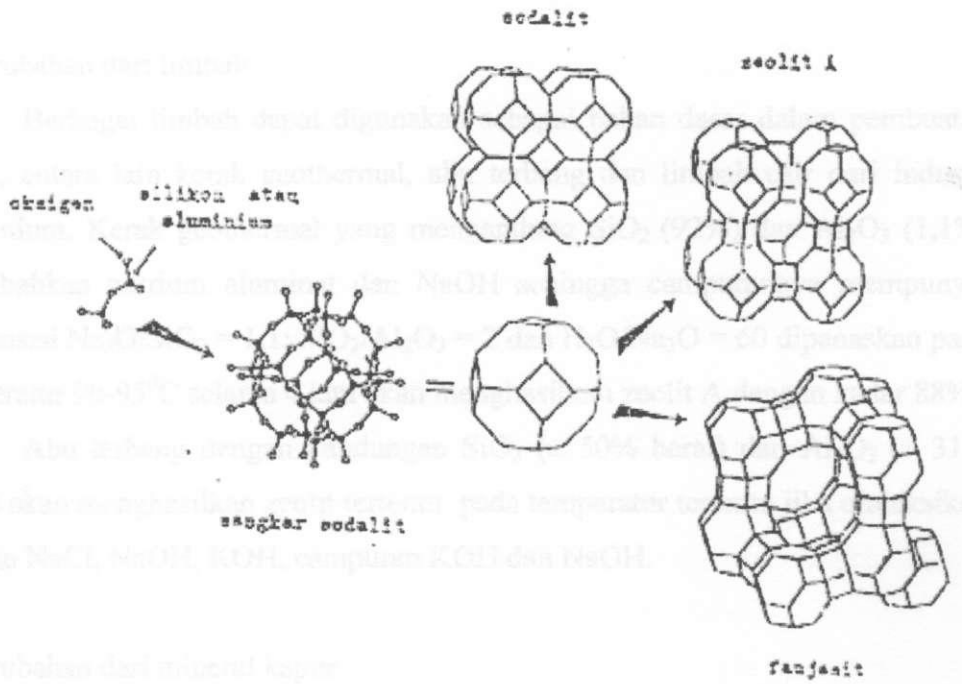
Gambar 8. Struktur Zeolit

Menurut Sutarti dan Rachmawati (1994), sifat polar dan non polar permukaan zeolit sangat ditentukan oleh kandungan silika dan aluminanya. Zeolit yang kaya akan alumina (rasio Si/A mendekati 1) merupakan adsorben yang permukaannya sangat polar, sehingga dapat mengadsorpsi molekul air secara kuat, oleh karena itu untuk regenerasinya diperlukan perlakuan pemanasan (kalsinasi).

Didalam zeolit tetrahedral silika dan alumina berikatan membentuk suatu blok-blok bangunan membentuk zeolit (jembatan yang menghubungkan silika dan

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

alumina adalah oksigen). Salah satu blok bangunan tersebut adalah berbentuk oktahedral yang sering disebut dengan sangkar sodalit tersusun dari 24 mata rantai tetrahedral silika dan alumina, yang selanjutnya membentuk zeolit yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada gambar (Hamdan, 1992).



Gambar 9. Skema Pembentukan Kerangka Beberapa Jenis Zeolit

2.6. Sintesis Zeolit

Zeolit sintetis biasanya dibuat melalui proses hidrotermal. Tahap pertama dalam pembuatan zeolit adalah reaksi bahan dasar berbentuk gel atau zat padat amorf, hidroksida logam alkali dengan pH tinggi dan basa kuat. Kondisi yang mempengaruhi proses ini adalah waktu reaksi, temperatur reaksi, dan konsentrasi pereaksi. Beberapa proses sintesis zeolit dapat dibagi menjadi tiga kelompok yaitu (Anna, 2004):

1. Proses hidrogel

Bahan dasar dari proses ini terdiri atas larutan natrium silikat, natrium aluminat, dan natrium hidroksida. Proses hidrogel ialah proses kristalisasi gel natrium alumina silikat dalam sistem hidrotermal tertutup pada suhu yang

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

bervariasi antara suhu kamar sampai 200^0C, biasanya suhu kristalisasi yang dipakai mendekati suhu titik didih air, namun untuk hal-hal tertentu diperlukan suhu kristalisasi yang lebih tinggi, misalnya dalam pembuatan zeolit jenis mordenit. Waktu yang diperlukan untuk kristalisasi juga bervariasi sesuai tujuan yang hendak dicapai, dari beberapa jam sampai beberapa hari.

2. Perubahan dari limbah

Berbagai limbah dapat digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan zeolit, antara lain kerak geothermal, abu terbang dan limbah cair dari industri aluminium. Kerak geothermal yang mengandung SiO_2 (92%) dan Al_2O_3 (1,1%) ditambahkan natrium aluminat dan NaOH sehingga campurannya mempunyai komposisi Na_2O/SiO_2 = 1,1; SiO_2/Al_2O_3 = 2 dan H_2O/Na_2O = 60 dipanaskan pada temperatur 90-95^{0}C selama 4 jam akan menghasilkan zeolit A dengan kadar 88%.

Abu terbang dengan kandungan SiO_2 (± 50% berat) dan Al_2O_3 (± 31% berat) akan menghasilkan zeolit tertentu pada temperatur tertentu jika direaksikan dengan NaCl, NaOH, KOH, campuran KOH dan NaOH.

3. Perubahan dari mineral kapur

Bahan dasar dari proses ini adalah kaolin yang didehidoksilasi menjadi metakaolin melalui proses kalsinasi. Tahapan pada proses pembentukan ini yaitu pembentukan metakaolin pada temperatur 500-600^{0}C dan diikuti terbentuknya mullit pada temperatur 1000-1050^{0}C.

Reaksi yang terjadi adalah:

$$\underset{\textbf{Kaolin}}{Si_2O_5(OH)_4Al_2} \xrightarrow{550\,^0C} \underset{\textbf{Metakaolin}}{Al_2Si_2O_7} + 2H_2O$$

$$\underset{\textbf{Metakaolin}}{Al_2Si_2O_7} \xrightarrow{1050\,^0C} \underset{\textbf{Mullit}}{Si_2Al_6O_{13}} + \underset{\textbf{Kristobalit}}{4SiO_2}$$

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

2.7. Zeolit sebagai bahan penjerap

Zeolit banyak terdapat di alam terutama dalam bentuk campuran mineral-mineral lain dan merupakan pecahan batu-batuan. Untuk memperoleh zeolit dalam bentuk halus perlu diadakan penumbukan dan pengayakan untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan. Kristal-kristal atau serbuk zeolit setelah didehidrasi ternyata merupakan suatu rongga-rongga yang dapat saling berhubungan dan membentuk sistem saluran, jadi fungsi dehidrasi adalah mempertinggi keaktifan zeolit dalam penggunaannya sebagai bahan penyerap. Setelah dehidrasi kation-kation permukaan rongga zeolit tak terlindungi sehingga permukaan rongga diperluas dan akan berinteraksi dengan spesies yang dijerap.

Penggunaan zeolit sebagai bahan penjerap disebabkan dua hal pokok yang berhubungan dengan keselektifan dan kapasitas dari zeolit yaitu :

a. Zeolit dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukuran molekul dan konfigurasi dari molekul relatif dari ukuran struktur zeolit.
b. Zeolit merupakan bahan penjerap khususnya terhadap suatu momen dipole dan interaksi lainnya dengan keselektifan yang tidak sama dengan adsorben lain. Jika beberapa molekul memasuki sistem mikro pori dari zeolit maka molekul-molekul yang mempunyai ukuran pori lebih kecil atau sama dengan ukuran pori zeolit akan dijerap sedangkan yang lebih besar akan ditolak atau tidak dijerap (Krisnawati, 2005).

2.8. Tinjauan Umum Timbal

Timbal (Pb) merupakan unsur logam berat dengan nomor atom 82. Lambangnya diambil dari bahasa Latin *Plumbum* (Vogel,1985) dengan konfigurasi elektron [Xe] $4f^{14}$ $5d^{10}$ $6s^2$ $6p^2$. Logam ini berwarna abu-abu kebiruan. Sifat-sifat fisik dari timbal adalah logam ini berbentuk padat, massa jenis (sekitar suhu kamar) 11,34 g/cm³, massa jenis cair pada titik lebur 10,66 g/cm³, titik lebur 600,61 K, titik didih 2022 K, kalor peleburan 4,77 kJ/mol, kalor penguapan 179,5 kJ/mol, kapasitas kalor (25 °C) 26,650 J/(mol·K) (Anonimous, 2005).

Timbal banyak digunakan untuk berbagai keperluan terutama batrai kendaraan dan berbagai bahan aditif pada bensin. Hal tersebut dikarenakan, timbal mempunyai sifat-sifat antara lain : (Connel, 1995)

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

a. Merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk.
b. Mempunyai titik cair yang rendah sehingga bila digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana.
c. Membuat *alloy* dengan logam lainnya sehingga dapat menghasilkan sifat logam yang berbeda.
d. Mempunyai densitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya, kecuali merkuri dan emas.
e. Mempunyai sifat kimia yang menyebabkan timbal dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung, jika kontak dengan udara lembab.
f. Senyawa etil timbal dipakai sebagai senyawa aditif pada bensin sebagai zat anti ketuk.

Timbal atau timah hitam dan persenyawaawnnya dapat berada dalam badan perairan dan sebagai dampak dari aktifitas manusia. Secara alamiah logam timbal dapat masuk kedalam badan perairan melalui pengkristalan logam timbal diudara dengan bantuan air hujan. Disamping itu proses penguraian dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin, juga merupakan salah satu jalur sumber timbal yang akan masuk kedalam badan perairan.

Timbal merupakan racun bagi makhluk hidup terutama manusia, karena dapat menghalangi pembentukan *haemaglobin* (Hb) dalam darah. Hal ini dapat mengakibatkan timbulnya penyakit anemia dan keracunan yang kronis. Gejala keracunan yang ditimbulkan seperti : sukar tidur, rasa pusing, muntah darah, cepat lelah, sakit otot, dan pada stadium lanjut dapat menyebabkan kematian (Darmono, 1995).

2.9. Analisis Spektroskopi Inframerah

Daerah inframerah terletak antara 12.800 cm^{-1} sampai 10 cm^{-1} atau dari panjang gelornbang 780 nm sampai 106 nm. Bila sinar inframerah dilewatkan melalui suatu senyawa, maka sebagian sinar akan diserap dan sebagian lagi akan diteruskan (ditransmisikan). Suatu molekul akan menyerap sinar inframerah pada frekuensi tertentu, jika dalam molekul ada transisi energi sebesar ΔE.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

$\Delta E = hv$

Keterangan: h = Tetapan Planck (6.625×10^{-34} j/det)
v = Frekuensi (Hz)

Transisi yang terjadi didalam serapan inframerah disebabkan terjadinya vibrasi dalam molekul. Misalnya pita didekat 3.000 cm^{-1} mempunyai frekuensi vibrasi rentangan ikatan C—H. Setiap ikatan (C-C, C-C, C=O, O-H, N-H) mempunyai frekuensi vibrasi tertentu dalam setiap molekul yang mengandung ikatan tersebut dapat dideteksi dengan mengidentifikasi frekuensi karakteristiknya sebagai pita serapan dalam spektrum inframerah.

Spektofotometer inframerah mempunyai kegunaan utama dalam mengidentifikasi gugus fungsional dari suatu senyawa. Kegunaan lainnya yaitu untuk menentukan struktur senyawa, mengetahui kemurnian dan mengetahui reaksi yang telah berlangsung. Spektrum inframerah mengandung banyak serapan yang dihubungkan dengan sistem vibrasi yang berinteraksi di dalam molekul. Setiap molekul mempunyai sifat yang karakteristik, sehingga spektrum inframerah molekul tersebut juga memberikan pita-pita yang karakteristik pula (Fessenden, 1982).

Spektroskopi inframerah merupakan salah satu metoda untuk mengkarakterisasi struktur kerangka dasar zeolit, selain metoda difraksi sinar-X. Struktur kerangka zeolit dikarakterisasi pada daerah inframerah sedang (1300-300 cm^{-1}), karena pada daerah ini memuat vibrasi fundamental tetrahedral silikat dan aluminat yang merupakan satuan-satuan pembangun kerangka zeolit. Vibrasi inframerah sedang dari zeolit diklasifikasikan menjadi vibrasi eksternal dan internal. Vibrasi internal merupakan vibrasi dan tetrahedral TO (T Si atau Al) yang merupakan unit pembangun primer dan kerangka zeolit. Vibrasi ini sangat sensitif terhadap komposisi dan kerangka zeolit. Sedangkan vibrasi eksternal berhubungan dengan adanya ikatan antara TO tetrahedral yang sangat dipengaruhi oleh topologi kerangkanya, selain itu juga dipengaruhi oleh adanya variasi kelompok tetrahedral untuk membentuk unit polihedral (Hamdan, 1992)

Zeolit mempunyai spektrum yang spesifik, sehingga dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan membedakan zeolit dalam kelompoknya. Secara umum zeolit mempunyai model spektrum inframerah yang spesifik baik untuk

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

vibrasi internal maupun eksternal. Dari beberapa pita serapan pada tabel 2 terdapat 2 pita spektrum yang berlaku untuk semua jenis zeolit, yaitu pada daerah 950-1250 cm^{-1} dan 420-500 cm^{-1} (Hamdan, 1992).

Tabel 2. Spektrum Inframerah Zeolit

Internal tetrahedral			**Ikatan eksternal**		
Rentang Asimetri	1250-950	cm^{-1}	Cincin Ganda	650-500	cm^{-1}
Rentang Simetri	720-650	cm^{-1}	Pori terbuka	420-300	cm^{-1}
Ikatan T-O	500-420	cm^{-1}	Rentang simetri	820-750	cm^{-1}
			Rentang Asimetri	1150-1050	cm^{-1}

Sumber : (Hamdan, 1992)

2.10. Spektrofotometer Serapan Atom

Spektroskopi serapan atom (SSA) merupakan suatu teknik absorpsi secara spektroskopi atau analisis kimia bagi penentuan kadar unsur-unsur metal dan semi metal yang terdapat dalam suatu zat. Cara analisis ini memberikan kadar total unsur logam yang terdapat suatu analit. Metoda spektroskopi serapan atom berprinsip pada absorpsi sinar oleh atom. Atom-atom yang menyerap sinar tersebut terjadi pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Dengan mengabsorpsi sinar, terjadi perpindahan elektron dari tingkat energi terendah (ground state) ke tingkat energi yang lebih tinggi (exited state) dan proses ini dikenal dengan proses serapan atom (Khopkar, 1990).

Berdasarkan hukum Lamber-Beer maka konsentrasi dari cuplikan dapat ditentukan, dimana nyala api dianggap sebagai meium absorpsi sebagaimana halnya pada analisis spektrofotometer yang menggunakan kuvet. Bila sel merupakan panjang jalan sinar dalam burner (b), dan mengandung atom dengan konsentrasi (c) maka transmitan adalah sebagai berikut:

$$T = -\text{Log } I/Io = e^{-abc}$$

Keterangan :

a = Absorptivitas ($L \cdot cm^{-1} \cdot g^{-1}$)

b = Panjang jalan sinar pada burner (cm)

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

c = Konsentrasi atom-atom (μ/L)

Io = Intensitas mula-mula

I = Intensitas yang diteruskan

Kepekaan analisis SSA cukup tinggi sehingga dapat digunakan untuk menganalisa cuplikan pada konsentrasi yang sangat kecil. Selain itu, bila sampel tercampur dengan logam berat lainnya, maka tidak perlu dilakukan pemisahan karena logam tertentu hanya akan menerap sinar monokromatis pada panjang gelombang tertentu saja.

Tabel 3. menunjukkan temperatur maksimum berbagai nyala.

Tabel 3. Temperatur Nyala

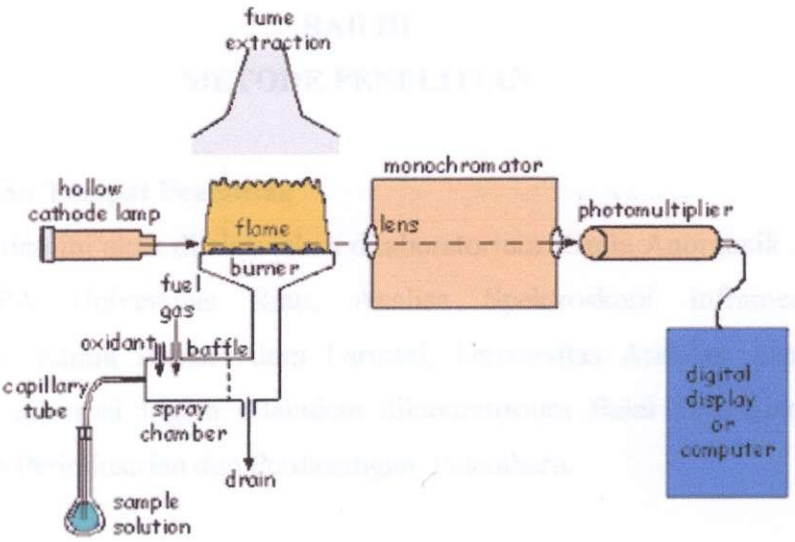
Bahan Bakar	Oksida	Temperatur ^{o}C
Natural Gas	Udara	1700-1900
Natural Gas	Oksigen	2700-2800
Hidrogen	Udara	2000-2100
Hidrogen	Oksigen	2550-2700
Asetilen	Udara	2100-2400
Asetilen	Oksigen	3050-3150
Asetilen	Nitrous oksida	2600-2800

Logam-logam yang mudah diuapkan seperti Cu, Pb, Zn, Cd, umumnya ditentukan pada suhu rendah sedangkan untuk unsur-unsur yang tak mudah di atomisasi diperlukan suhu tinggi. Suhu tinggi dapat dicapai dengan menggunakan suatu oksidator tertentu (N_2O) bersama dengan gas pembakar, contohnya atomisasi unsur seperti Al, Ti, dan Be.

Secara garis besar alat spektrofotometri serapan atom dilengkapi oleh beberapa komponen dasar sebagai analisa spesies-spesies kimia khususnya unsur logam, diantaranya adalah:

1. Sumber sinar
2. Unit Atomisasi
3. Monokromator
4. Detektor
5. Amplifier
6. Pembacaan

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/



Gambar 10. Atomiser Nyala

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/