

**ANALISIS DEALUMINASI ZEOLIT DAERAH MONCONGLOE,
KABUPATEN MAROS, PROVINSI SULAWESI SELATAN,
MENGUNAKAN ASAM SULFAT**

SKRIPSI



FUAD BAWAZIR

D621 16 503

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS DEALUMINASI ZEOLIT DAERAH
MONCONGLOE, KABUPATEN MAROS, PROVINSI
SULAWESI SELATAN, MENGGUNAKAN ASAM SULFAT**

Disusun dan diajukan oleh

FUAD BAWAZIR

D62116503

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 08 September 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Sumiadin, S.T., M.T.

NIP.196608172000121001

Pembimbing Pendamping,



Dr. Phil. Nat Sri Widodo, S.T., M.T.

NIP. 197101012010121001

Ketua Program Studi,



Asran Ilyas, S.T., M.T., Ph.D

NIP.197303142000121001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fuad Bawazir
NIM : D62116503
Program Studi : Teknik Pertambangan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Studi Dealuminasi Zeolit Daerah Moncongloe, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan, Menggunakan Asam Sulfat

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alih tulisan orang lain dan bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 08 Agustus 2022

Yang menyatakan



Fuad Bawazir

ABSTRAK

Zeolit adalah mineral aluminosilikat terhidrat dan memiliki karakteristik dan struktur berongga yang dapat digunakan sebagai bahan absorben. Sifat absorben zeolit digunakan sebagai imbuhan pakan ternak yang dapat menyerap amoniak dan material lainnya sehingga mempercepat pengeringan fases hewan dan meningkatkan bobot badan ternak. Umumnya zeolit yang digunakan dibidang peternakan merupakan jenis zeolit alam. Zeolit alam memiliki rasio Si/Al yang rendah dan mineral pengotor yang terkandung masih dalam jumlah yang banyak sehinggah mempengaruhi kemampuan absorpsi zeolit. Pengolahan zeolit alam perlu dilakukan untuk meningkatkan kualitasnya. Salah satu metode aktivasi zeolit adalah dealuminasi yang merupakan proses menurunkan kandungan Al pada zeolit sehingga meningkatkan rasio Si/Al. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik zeolit dan perubahan rasio Si/Al dengan metode aktivasi kimia menggunakan pelarut asam sulfat. Percobaan dilakukan dengan menggunakan variabel konsentrasi (0,5 M; 1 M; 1,5 M; 2 M; dan 2,5 M) dan suhu (90°C dan 100°C). Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan rasio Si/Al mengalami kenaikan dari 1,09 menjadi 1,29 yang diperoleh dari konsentrasi H₂SO₄ 1,5 M pada suhu 100°C.

Kata kunci: Zeolit, Absorben, Dealuminasi, Asam Sulfat.

ABSTRACT

Zeolite is a hydrated aluminosilicate mineral and has characteristics and a hollow structure that can be used as an absorbent material. The absorbent properties of zeolite are used as animal feed additives that can absorb ammonia and other materials so as to accelerate the rate of animals and increase body weight of livestock. Generally, the zeolite used in the field is a type of natural zeolite. Natural zeolite has a low Si/Al ratio and the mineral impurities contained are still in large quantities so that it affects the absorption ability of the zeolite. Natural zeolite processing needs to be done to improve its quality. One method of zeolite activation is dealumination which is the process of lowering the Al content of the zeolite so as to increase the Si/Al ratio. This research was conducted to determine the characteristics of the zeolite and the change in the Si/Al ratio by chemical activation method using sulfuric acid as solvent. Experiments were carried out using concentration variables (0.5 M; 1 M; 1.5 M; 2 M; and 2.5 M) and temperature (90°C and 100°C). The results of the research that have been carried out show that the Si/Al ratio has increased from 1.09 to 1.29 which is obtained from the 1.5 M H₂SO₄ concentration at a temperature of 100°C.

Keywords: Zeolite, Absorbent, Dealumination, Sulfuric Acid.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan rasa syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi yang berjudul "Analisis Dealuminasi Zeolit Daerah Moncongloe, Kab. Maros, Provinsi Sulawesi Selatan, Menggunakan Asam Sulfat".

Skripsi ini disusun sebagai salah satu bagian persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana di Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Dengan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

Bapak Dr. Sufriadin, ST., MT. Selaku dosen pembimbing 1 dari Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin yang telah membimbing penulis dalam penyusunan laporan Tugas Akhir saya ini. Bapak Dr. Phil. Nat Sri Widodo, ST., MT. Selaku dosen pembimbing 2 dari Program Studi Pertambangan Universitas Hasanuddin yang telah memberikan saran dan masukan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Bapak Dr. Eng. Purwanto, ST., MT., sebagai Ketua Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, segenap dosen serta bapak dan ibu pegawai staf administrasi Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu dalam pegurusan administrasi penulis. Kak Akmal, Fitrawan, dan teman lab yang selalu menyemangati, memberi doa dan membantu penulis dalam kegiatan penyusunan skripsi ini. Rekan-rekan mahasiswa yang tidak dapat penulis sebut satu persatu yang telah memberikan saran, dukungan, dan masukan atas hasil penelitian penulis. Tajuddin dan Hj. Ramlah selaku Orang tua yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan dalam bentuk apapun kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan kegiatan kerja praktik ini serta penyusunan laporan dengan baik tanpa hambatan apapun.

Penulis banyak berharap kepada para pembaca dan penyimak memberi kritik dan saran pada laporan akhir ini sehingga laporan ini dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian lebih lanjut. Akhir kata, apabila terdapat kesalahan baik segi penulisan dan pedoman maupun hasil dari penelitian ini, penulis memohon atas pengertian dan maaf.

Makassar, 08 September 2022

Fuad Bawazir

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Tahap Kegiatan Penelitian.....	3
1.6 Lokasi dan Kesampain Daerah Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Karakteristik Mineral Zeolit.....	6
2.2 Endapan Zeolit Indonesia	13
2.3 Pengolahan dan Pemanfaatan Zeolit	16
2.4 Dealuminasi Zeolit	18
2.5 Metode Analisis Zeolit.....	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	23

3.1	Persiapan Alat dan Bahan	23
3.2	Prosedur Penelitian	24
3.3	Karakteristik Sampel.....	29
3.4	Diagram Alir Penelitian	32
BAB IV KARAKTERISTIK DAN PROSES DE-ALUMINASI ZEOLIT		33
4.1	Lokasi Pengambilan Sampel	33
4.2	Karakteristik Mineralogi dan Komposisi Kimia Zeolit	34
4.3	Proses De-aluminasi.....	37
4.4	Pengaruh Variabel Konsentrasi dan Suhu	40
BAB V PENUTUP.....		43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	5
Gambar 2.1	Kerangka utama zeolit.....	7
Gambar 3.1	Pengeringan Sampel	25
Gambar 3.2	Proses Pengayakan Sampel Zeolit.....	26
Gambar 3.3	Proses Dealuminasi.....	28
Gambar 3.4	Pengeringan Sampel Hasil Dealuminasi	29
Gambar 3.5	Analisis XRD.....	30
Gambar 3.6	Analisis XRF.....	31
Gambar 3.7	Diagram Alir Penelitian	32
Gambar 4.1	Kenampakan Endapan Zeolit.....	33
Gambar 4.2	Kenampakan Kondisi Lapisan Zeolit Daerah Moncongloe.....	34
Gambar 4.3	Grafik Hasil XRD Sampel Awal Zeolit Sebelum De-aluminasi	35
Gambar 4.4	Perbandingan Difraktogram XRD lima Variabel Konsentrasi Asam Sulfat Pada Suhu 90°C	37
Gambar 4.5	Perbandingan Difraktogram XRD Lima Variabel Konsentrasi Asam Sulfat Pada Suhu 100°C	38
Gambar 4.6	Peningkatan rasio Si/Al berdasarkan variabel konsentrasi asam sulfat berbeda pada suhu 90°C dan 100°C	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Zeolit Berdasarkan Rasio	10
Tabel 2.2 Jenis Mineral Zeolit Yang Terdapat Dalam Batuan Zeolit.....	11
Tabel 2.3 Rumus Oksida Beberapa Jenis Zeolit	13
Tabel 2.4 Lokasi Sumberdaya Zeolit di Indonesia	14
Tabel 2.5 Selektivitas Adsorben Terhadap Jenis Zeolit	17
Tabel 4.1 Komposisi Zeolit	36
Tabel 4.2 Komposisi Kimia Hasil Dealuminasi Dari Lima Jenis Konsentrasi Pada Suhu 90°C.....	39
Tabel 4.3 Komposisi Kimia Hasil Dealuminasi Dari Lima Jenis Konsentrasi Pada Suhu 90°C.....	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zeolit merupakan sebuah kristal aluminosilikat terhidrat yang memiliki sifat dan struktur menarik pada permukaan mesoporinya. Perbandingan antara Si dan Al yang bervariasi akan menghasilkan banyak jenis zeolit yang terdapat di alam. Sampai saat ini telah ditemukan lebih dari 150 jenis zeolit, namun mineral pembentuk zeolit terbesar ada 9 yaitu (*analcime, chabazite, clinoptilolite, erionite, ferrierite, heulandite, laumontite, mordenite, phillipsite*), dan yang lainnya merupakan zeolit sintetis. Zeolit kini banyak digunakan sebagai katalis dan adsorben (Danabas, D, 2011).

Parameter untuk melihat kualitas zeolit salah satunya Rasio Si/Al. Semakin tinggi rasio Si/Al zeolit maka semakin tinggi tingkat penyerapannya. Sehingga dalam proses penyerapan atau bahan adsorben zeolit yang digunakan yakni yang memiliki rasio Si/Al yang tinggi. Dalam penelitian ini zeolit yang digunakan merupakan zeolit alam. Zeolit alam pada umumnya memiliki kristalinitas rendah, ukuran porinya tidak seragam, aktivitas katalitiknya rendah, dan mengandung banyak pengotor. Oleh karena itu perlu diaktivasi dan dimodifikasi terlebih dahulu sebelum dapat digunakan (Handoko 2001).

Jenis zeolit alam memiliki beberapa kelemahan seperti rasio Si/Al yang masih rendah, mineral logam dan mineral pengotor yang masih terkontaminasi dalam zeolit. Berdasarkan perihal tersebut. Rasio Si/Al zeolit alam ini masih perlu ditingkatkan hingga mencapai rasio Si/Al yang optimum maka dilakukannya pelepasan atom Al dari zeolit dan mengurangi mineral-mineral pengotor di dalamnya menggunakan metode fisika dan kimia yang disebut dengan "Dealuminasi".

Dealuminasi dilakukan untuk meningkatkan rasio Si/Al yang berarti akan meningkatkan kandungan Si dan mengurangi kandungan Al pada zeolit. Modifikasi yang dilakukan untuk menaikkan rasio silika dan membuat aluminium keluar dari kerangka zeolit dengan penambahan asam atau pertukaran kation dengan logam. Penelitian Viera (2017) yang telah dilakukan dengan menggunakan zeolit yang dimodifikasi dengan penambahan asam sulfat pada konsentrasi tertentu. Hasilnya menunjukkan penambahan asam sulfat meningkat jumlah rasio Si/Al dari 11 menjadi 15 dan terjadinya pengurangan kandungan aluminium pada zeolit. Mengacu dari penelitian dan asumsi diatas, mendorong dilakukan penelitian dealuminasi zeolit alam menggunakan asam sulfat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian yang dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik mineralogi dari mineral zeolit di Daerah Moncongloe, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi dengan menggunakan asam sulfat?
3. Bagaimana pengaruh suhu pada proses dealuminasi zeolit?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menganalisis karakteristik mineralogi dan komposisi kimia dari zeolit di Daerah Moncongloe, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan.
2. Menganalisis pengaruh konsentrasi pelarut asam sulfat terhadap dealuminasi zeolit.
3. Menganalisis pengaruh suhu pada proses dealuminasi zeolit.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari kegiatan penelitian yang dilakukan adalah:

1. Bagi mahasiswa Departement Teknik Pertambangan

Dapat menambah wawasan lebih luas tentang pengaruh larutan asam sulfat dalam dealuminasi zeolit alam dalam peningkatan rasio Si/Al.

2. Bagi Perusahaan

Penelitian ini diharapkan menjadi salah satu cara dalam pengelolaan zeolit pada daerah Moncongloe, Kabupaten Maros, sehingga dapat memberikan kontribusi besar dalam penyediaan zeolit untuk dikelolah.

4. Bagi Pemerintah

Penelitian ini diharapkan ekstraksinya dapat dijadikan sebagai produk yang baru, salah satunya sebagai larutan dealuminasi zeolit, dan zeolit dapat memperbaiki sifat fisika tanah seperti aerasi tanah menjadi lebih baik, memperbaiki sifat kimia tanah dan mampu menyerap air.

1.5 Tahap Kegiatan Penelitian

Penelitian ini dilakukan ±7 bulan dari bulan Oktober 2021 sampai dengan bulan Mei 2022. Tahap – Tahap yang dilakukan selama melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan

Tahapan yang awal dilakukan sebelum melakukan penelitian ini, persiapan administrasi dan berkas – berkas yang dibutuhkan serta persuratan yang terkait mengenai penelitian, dan mengumpulkan sumber – sumber Pustaka atau literatur terpercaya.

2. Pengambilan sampel zeolit

Sampel penelitian diambil di Daerah Moncongloe, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan pada tanggal 27 Oktober 2020. Pengambil sampel juga disertai pengambilan titik koordinat pengambilan sampel dan dokumentasi kegiatan.

3. Studi literatur

Studi literatur merupakan tahapan essential sebelum dilakukannya penelitian ini yang berbasis sains dan teknologi. Studi literatur yang dikumpulkan berupa informasi yang berkaitan dengan zeolit dan proses dealuminasi, yang diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, jurnal nasional maupun internasional dan sumber lainnya.

4. Penelitian di Laboratorium

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Analisis Pengolahan Bahan Galian, Departemen Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin. Tahapan yang dilakukan seperti preparasi sampel yang telah diambil di lokasi penelitian (lapangan), proses dealuminasi karakterisasi awal maupun karakterisasi akhir hasil dealuminasi. Proses dealuminasi dilakukan dengan menggunakan asam sulfat.

5. Pengolahan data

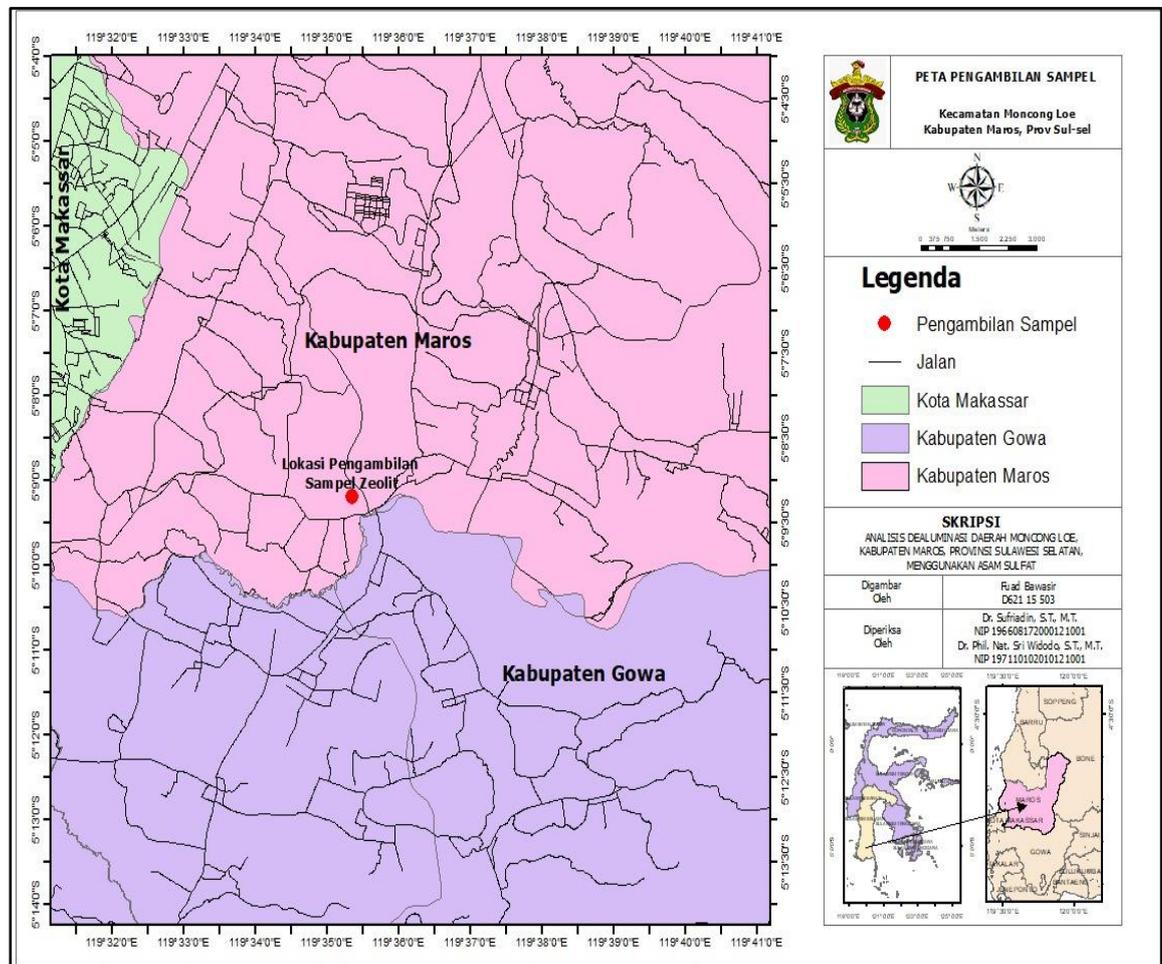
Tahapan ini dimulai dari pengelompokan data yang telah diperoleh dari hasil analisis menggunakan XRD, dan XRF. Data tersebut diolah untuk melihat keterkaitan dengan variabel yang digunakan selama penelitian dilakukan.

6. Penyusunan laporan tugas akhir

Seluruh rangkaian penelitian akan di tuliskan dalam bentuk laporan tugas akhir yang di susun secara sistematis dan terstruktur dan mengikuti aturan – atura sesuai pedoman yang diberlakukan.

1.6 Lokasi dan Kesampain Daerah Penelitian

Lokasi pengambilan sampel berada pada Daerah Moncongloe, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. Singkapan sampel zeolit tersebut terletak pada titik koordinat $119^{\circ}35'36.63''$ BT dan $5^{\circ}9'19.57''$ LS yang terletak pada elevesi 10 meter di atas permukaan laut. Lokasi penelitian dapat ditempuh menggunakan jalur darat dari kota makassar kearah Utara menuju Kabupaten Maros dengan total jarak tempuh sekitar 15 KM dengan estimasi waktu perjalanan sekitar 30 menit. Daerah penelitian dapat dijangkau dengan menggunakan kendaraan roda dua maupun roda empat. Peta lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada (Gambar 1.1)



BAB II

DEALUMINASI ZEOLIT

2.1 Karakteristik Mineral Zeolit

Zeolit pertama kali ditemukan oleh Crostedt pada tahun 1756 di Swedia. Kata "zeolit" berasal dari kata Yunani zein yang berarti membuih dan lithos yang berarti batu. Zeolit merupakan mineral hasil tambang yang bersifat lunak dan mudah kering. Warna dari zeolit adalah putih keabu-abuan, putih kehijau-hijauan, atau putih kekuning-kuningan. Ukuran kristal kebanyakan tidak lebih 10-15 mikron (Sutarti, 1994).

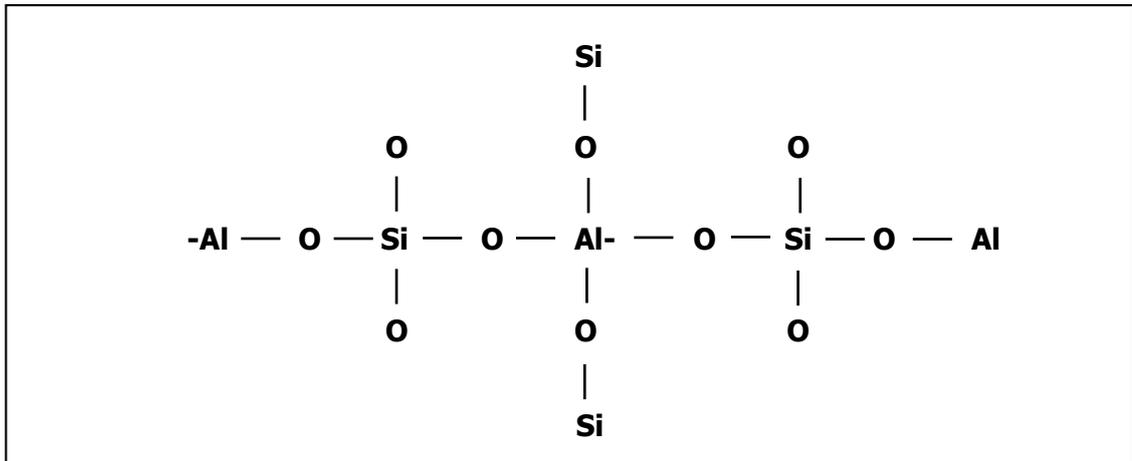
Zeolit terbentuk dari abu vulkanik yang telah mengendap jutaan tahun. Sifat-sifat mineral zeolit sangat bervariasi tergantung dari jenis dan kadar mineral zeolit. Zeolit mempunyai struktur yang berongga biasanya rongga ini diisi oleh air serta kation yang bisa dipertukarkan dan memiliki ukuran pori tertentu. Oleh karena itu zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, senyawa penukar ion.

Mineral zeolit merupakan kelompok alumino silikat terhidrasi dengan unsur utama terdiri dari kation, alkali dan alkali tanah, berstruktur tiga dimensi serta mempunyai pori-pori yang dapat diisi oleh molekul air. Kandungan air yang tertangkap dalam rongga zeolit biasanya berkisar 10-50%. Bila terhidrasi kation-kation yang berada dalam rongga tersebut akan terselubungi molekul air, molekul air ini sifatnya labil atau mudah terlepas (Sutarti, 1994).

2.1.1 Struktur Zeolit

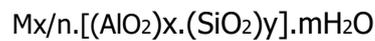
Zeolit terbentuk dari unit-unit tetrahedra AlO_4 dan SiO_4 yang merupakan kerangka dasar struktur zeolit dengan atom silikon dan aluminium sebagai pusatnya dalam

kerangka. Masing-masing tetrahedra ini dihubungkan oleh ion-ion oksigen membentuk jaringan tetrahedra tiga dimensi. Struktur zeolit dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Kerangka utama zeolit (Barrer, 1987)

Rumus kimia zeolit secara empiris ditunjukkan sebagai berikut (Bekum, 1991):



Dimana: n = Valensi kation M (alkali / alkali tanah)

X, y = Jumlah tetrahedron per unit sel

m = Jumlah molekul air per unit sel

M = Kation alkali/alkali tanah

Dimana notasi M merupakan kation logam alkali atau alalkali tanah, x, y, dan w adalah bilangan-bilangan tertentu sedangkan n adalah muatan dari ion logam. Dari rumus zeolit diatas dapat dilihat adanya tiga komponen yang merupakan bagian dari zeolit, yaitu kerangka aluminosilikat.

2.1.2 Sifat – Sifat Zeolit

Zeolit mempunyai struktur yang berongga yang biasanya diisi oleh air dan kation yang bisa dipertukarkan dan memiliki ukuran pori tertentu. Zeolit mempunyai sifat – sifat kimia, di antaranya:

a. Dehidrasi

Sifat dehidrasi zeolit berpengaruh terhadap sifat jerapannya. Keunikan zeolit terletak pada struktur porinya yang spesifik. Pada zeolit alam didalam pori-porinya terdapat kation-kation atau molekul air. Bila kation-kation atau molekul air tersebut dikeluarkan dari dalam pori dengan suatu perlakuan tertentu maka zeolit akan meninggalkan pori yang kosong (Barrer, 1982).

b. Penyerapan

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam kristal zeolit terisi oleh molekul air yang berada disekitar kation. Bila zeolit dipanaskan maka air tersebut akan keluar. Zeolit yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan (Khairinal, 2000).

c. Penukar Ion

Ion-ion pada rongga berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung dari sifat kation, suhu, dan jenis anion (Bambang, P, dkk,1995).

d. Katalis

Zeolit sebagai katalis hanya mempengaruhi laju reaksi tanpa mempengaruhi kesetimbangan reaksi karena mampu menaikkan perbedaan lintasan molekular dari reaksi. Katalis berpori dengan pori-pori sangat kecil akan memuat molekul-molekul kecil tetapi mencegah molekul besar masuk. Selektivitas molekular seperti ini disebut molecular sieve yang terdapat dalam substansi zeolit alam (Bambang, P, dkk,1995).

e. Penyaring/ pemisah

Zeolit sebagai penyaring molekul maupun pemisah didasarkan atas perbedaan bentuk, ukuran, dan polaritas molekul yang disaring. Sifat ini disebabkan zeolit mempunyai ruang hampa yang cukup besar. Molekul yang berukuran lebih kecil dari ruang hampa dapat melintas sedangkan yang berukuran lebih besar dari ruang hampa akan ditahan (Bambang, P, dkk,1995).

Kemampuan zeolit untuk mengabsorpsi ion sangat tergantung dari perbandingan Al dan Si, sehingga dikelompokkan menjadi 3 (Sutarti 1995):

1. Zeolit dengan kadar Si rendah

Jenis ini banyak mengandung Al (kaya Al), berpori, mempunyai nilai ekonomi tinggi karena efektif untuk pemisahan atau pemurnian dengan kapasitas besar. Kadar maksimum Al dicapai jika perbandingan Si/Al mendekati 1 dan keadaan ini mengakibatkan daya penukaran ion maksimum.

2. Zeolit dengan kadar Si sedang

Kerangka tetrahedral Al dan zeolit tidak stabil terhadap pengaruh asam dan panas. Jenis zeolit mordenit mempunyai perbandingan Si/Al = 5 sangat stabil

3. Zeolit dengan kadar Si tinggi

Zeolit ini mempunyai perbandingan Si/Al = 10-100 sehingga sifat permukaannya tidak dapat diperkirakan lebih awal. Sangat higroskopis dan menyerap molekul non-polar sehingga baik digunakan sebagai katalisator asam untuk hidrokarbon.

Tabel 2.1. Klasifikasi Zeolit Berdasarkan Rasio Si/Al (Ramo, R.F. 1984.)

Rasio Si/Al	Zeolit
<i>Low</i> (1-1.5)	A,X
<i>Intermediate</i> (2-5)	a. Zeolit alam : Erionite, Khabasit, Klinoptilolit, Mordenit b. Zeolit sintetis : mordenit dengan pori yang besar
<i>High</i> (>5)	ZSM-5 (<i>direct synthesis</i>) Erionit, Mordenit, Y
<i>Silica Molecular Sieves</i>	Silicalite

Perbandingan antara atom Si dan Al yang bervariasi akan menghasilkan banyak jenis ataupun spesies zeolit yang terdapat di alam. Sampai saat ini telah ditemukan lebih dari 50 jenis spesies zeolit, namun mineral pembentuk zeolit terbesar ada 9 yaitu *analsime, habazite, klinoptilolite, erionite, morenite, ferrierite, heulandite, laumontite, dan fillipsite*.

2.1.3 Jenis – Jenis Zeolit

Zeolit terdiri dari 2 jenis, yaitu zeolit alam dan zeolit sintesis. Zeolit sintesis lebih murni jika dibandingkan dengan zeolit alam. Zeolit alam diperoleh dengan penambangan secara terbuka dapat secara mekanis ditemukan di Indonesia.

a. Zeolit alam

Zeolit alam ditemukan dalam bentuk mineral dengan komposisi yang berbeda, terutama dalam komposisi Si/Al dan jenis logam yang menjadi komponen minor, seperti diperlihatkan dalam Tabel 2.2. Zeolit alam terbentuk karena adanya proses kimia dan fisika yang kompleks dari batuan-batuan yang mengalami berbagai macam perubahan di alam. Para ahli geokimia dan mineralogi memperkirakan bahwa zeolit merupakan produk gunung berapi yang membeku menjadi batuan vulkanik, batuan sedimen dan batuan metamorfosa yang selanjutnya mengalami proses pelapukan karena pengaruh panas dan dingin.

Tabel 2.2 Jenis mineral zeolit yang terdapat dalam batuan zeolit
(Subagyo, 1993)

Zeolit Alam	Komposisi
Analsim	$\text{Na}_{16}(\text{Al}_{16}\text{Si}_{32}\text{O}_{96}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
Kabazit	$(\text{Na}_2, \text{Ca})_6(\text{Al}_{12}\text{Si}_{24}\text{O}_{72}) \cdot 40\text{H}_2\text{O}$
Klinoptilolit	$(\text{Na}_4\text{K}_4)(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Erionit	$(\text{Na}, \text{Ca}_5\text{K})(\text{Al}_9\text{Si}_{27}\text{O}_{72}) \cdot 27\text{H}_2\text{O}$
Ferrierit	$(\text{Na}_2\text{Mg}_2)(\text{Al}_6\text{Si}_{30}\text{O}_{72}) \cdot 18\text{H}_2\text{O}$
Heulandit	$\text{Ca}_4(\text{Al}_8\text{Si}_{28}\text{O}_{72}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Laumonit	$\text{Ca}(\text{Al}_8\text{Si}_{16}\text{O}_{48}) \cdot 16\text{H}_2\text{O}$
Mordenit	$\text{Na}_8(\text{Al}_8\text{Si}_{40}\text{O}_{96}) \cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Filipsit	$(\text{Na}, \text{K})_{10}(\text{Al}_{10}\text{Si}_{22}\text{O}_{64}) \cdot 20\text{H}_2\text{O}$
Natrolit	$\text{Na}_4(\text{Al}_4\text{Si}_6\text{O}_{20}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
Wairakit	$\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}) \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

Terlepas dari aplikasinya yang luas, zeolit alam memiliki beberapa kelemahan, diantaranya mengandung banyak pengotor seperti Na, K, Ca, Mg, dan Fe serta kristalinitasnya kurang baik. Karena sifat fisika dan kimia dari zeolit yang unik, sehingga dalam dasawarsa ini, zeolit oleh para peneliti dijadikan sebagai mineral serba guna sifat – sifat unik tersebut meliputi dehidrasi, adsorben dan penyaring molekul, katalisator dan penukaran ion. Secara umum di Indonesia mineral zeolit yang paling ,elimpah yakni jenis zeolit mordenit dan klinoptilolit.

1. *Mordenite*

Rasio Si/Al dari wujud natural dan sintetik zeolit mordenit biasanya bernilai sekitar 5.0 tapi kandungan aluminium pada struktur penampang dapat dikurangi secara substansial menggunakan *leaching* asam tanpa kehilangan kristalinitasnya.

Struktur saluran dari *mordenite* terbentuk dari cincin oksigen beranggotakan 12, memiliki diameter nominal bebas sekitar 6.7–7 Å.

Namun *mordenite* alam bersifat seperti zeolit dengan pori kecil, dan bahkan molekul-molekul kecil seperti methane dan ethane teradsorpsi dengan sangat lambat. *Mordenite* berpori besar juga dapat disiapkan secara sintetis dimana saluran dapat dibebaskan dari sumbatan, dan memiliki sifat difusi yang diharapkan dari sieve bercincin 12. Keberadaan sedikit material pengotor dalam kristal memiliki efek yang sangat besar pada kemampuan adsorpsi mordenit, dimana jumlah demikian memiliki efek yang relatif kecil pada zeolit A, X dan Y.

2. *Klinoptilolite*

Zeolit *klinoptilolite* merupakan salah satu zeolit yang sering ditemui di alam yang mempunyai kandungan silika yang sangat tinggi dengan perbandingan Si/Al antara 7-18. Zeolit klinoptilolit alam pada suhu 25°C dan tekanan 2,6666 kPa kapasitas adsorpsinya terhadap H₂O dapat mencapai 16 gram H₂O/100 gram.

3. Zeolit Sintetis

Zeolit sintetis adalah zeolit yang dibuat secara rekayasa yang sedemikian rupa sehingga didapatkan karakter yang lebih baik dari zeolit alam. Prinsip dasar produksi zeolit sintetis adalah komponennya yang terdiri dari silika dan alumina, sehingga dapat disintesis dari berbagai bahan baku yang mengandung kedua komponen di atas.

Komponen minor dalam zeolit juga dapat ditambahkan dengan mudah menggunakan senyawa murni, sehingga zeolit sintetis memiliki komposisi yang tetap dengan tingkat kemurnian yang tinggi (Georgiev, 2009). Dengan perkembangan penelitian, dewasa ini telah dikenal beragam zeolit sintetis, dan beberapa diantaranya disajikan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Rumus oksida beberapa jenis zeolit sintetis (Georgiev, D. 2009).

No	Zeolit	Rumus Oksida
1.	Zeolit A	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4,5\text{H}_2\text{O}$
2.	Zeolit N-A	$(\text{Na}, \text{TMA})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,8\text{SiO}_2 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ TMA – $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$
3.	Zeolit H	$\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
4.	Zeolit L	$(\text{K}_2\text{Na}_2)\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
5.	Zeolit X	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,5\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
6.	Zeolit Y	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4,8\text{SiO}_2 \cdot 8,9\text{H}_2\text{O}$
7.	Zeolit P	$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2,5\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
8.	Zeolit O	$(\text{Na}, \text{TMA})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{SiO}_2 \cdot 3,5\text{H}_2\text{O}$ TMA – $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$
9.	Zeolit Ω	$(\text{Na}, \text{TMA})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 7\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ TMA – $(\text{CH}_3)_4\text{N}^+$
10.	Zeolit ZK-4	$0,85\text{Na}_2\text{O} \cdot 0,15(\text{TMA})_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3,3\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
11.	Zeolit ZK-5	$(\text{R}, \text{Na}_2)\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

2.2 Endapan Zeolit Indonesia

Zeolit adalah kelompok mineral yang dalam pengertian/penamaan bahan galian merupakan salah satu jenis bahan galian non logam atau bahan galian mineral industri dari 48 jenis yang terdata dan pernah dijumpai oleh kegiatan penyelidikan yang pernah dilakukan oleh Pusat Sumber Daya Geologi (PSDG), Badan Geologi, Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. Zeolit adalah satu kelompok berkerangka alumino-silikat yang terjadi di alam dengan kapasitas tukar kation yang tinggi, adsorpsi tinggi dan bersifat hidrasi-dehidrasi. Telah diketahui sekitar 50 spesies yang berbeda dari kelompok mineral ini, tetapi hanya 9 mineral zeolit yang sering dijumpai, seperti: analcim, chabazit, klinoptilolit, heulandit, rionit, ferrierit, laumontit, mordenit dan phillipsit.

Indonesia tercatat endapan zeolit di 20 lokasi dengan jumlah sumberdaya 447.490.160 ton, seperti di Provinsi Jawa Barat mempunyai sumber daya 185.595.160 ton, Provinsi Lampung sumber dayanya 43.800.000 ton, Provinsi Nusa Tenggara Timur sumber dayanya 6.115.000 ton, Provinsi Sulawesi Barat sumber dayanya 26.400.000 ton, Provinsi Sulawesi Selatan sumberdayanya 169.880.000 ton dan Provinsi Sumatera Utara sumberdayanya 16.200.000 ton (Kusdarto, 2008).

Sumberdaya zeolit dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Lokasi Sumber Daya Zeolit di Indonesia (Kusdarto, 2008)

NO	Lokasi	Provinsi	Kabupaten/ Kecamatan	Sumberdaya (Ton)	Keterangan
1	Pasir Gembong	Banten	Lebak/ Bayah	123.000.000	Jenis mineral Mordenit (32,70%), Klinoptilotit (30,89%) Nilai KTKnya berkisaran antara 52 sampai dengan 67 meq/100g
2	Nanggung	Jabar	Bogor/ Nanggung	25.000.000	Berupa modernit dan clipnoptilote
3	Desa Tungilis	Jabar	Ciamis/ Kalipucang	520.000	Nilai C.E.C : 184,08 Meq/100g
4	Bojong	Jabar	Sikabumi/ Cikembar	24.151.000	Pekan ternak
5	Gegerbitung	Jabar	Sukabumi/ Gegerbitung	100.000.000	-
6	Cikancra	Jabar	Tasikmalaya/ Cikalong	2.776.160	Berupa mordenit dan klinoptilolit, CEC 112,70 – 203,35 meq/100 gr
7	Sindangkerta	Jabar	Tasikmalaya/ Cipatujah	2.158.000	Berupa mordenit danKlinoptilolit, CEC 83,80 – 222,95 meq/100 gr

Tabel 2.4 Lokasi Sumber Daya Zeolit di Indonesia (Kusdarto, 2008)

8	Cibatuireng dan Karangmekar	Jabar	Tasikmalaya/ Karangnunggal	6.000.000	Berupa mordenit dan klinoptilolit, CEC 105,35 – 183,29 meq/100 gr
9	Ds. Campangtiga	Lampung	Lampung Selatang/ Kalianda	200.000	Diusahakan oleh PT Mina Tama
10	Katibung	Lampung	Lampung Selatan/Katibung	2.000.000	Berupa mordenit dan klinoptilolit, CEC 85,26 – 174,64 meq/100 gr
11	Pantai Tegor	Lampung	Tanggamus/Cuku Balak	37.000.000	Zeolit kadar tinggi (klinoptilolit)
12	Desa Tengor	Lampung	Tanggamus/Cuku Balak	4.600.000	Sudah berhenti lebih kurang 5 tahun
13	Desa Khekakado	NTT	Ende/Ende	100.000	KTK 190,93 meq/100 gr
14	Desa Maurole	NTT	Ende/ Maukaro	525.000	Terdiri dari modernit, kuarsa, plagioklas
15	Aifua, Desa Ondorea	NTT	Ende/ Nangapanda	3.390.000	Mineral modernit, Klinoptilolit, kuarsa, dan plagioklas
16	Riasawa Barat, Desa Ondorea	NTT	Ende/ Nangapanda	1.250.000	Mineral modernit, klinoptilolit, KTK 168,13 meq/100 gr
17	Riasawa Timur, Desa Ondorea	NTT	Ende/ Nangapanda	250.000	Minerak modernit, Klinoptilolit, KTK 163,35 meq/100 gr
18	Desa Seppong	Sulbar	Sendana	26.400.000	-147,56 meq/100 %
19	Desa Malimongang	Sulsel	Bone/ Salomeko	1.400.000	-
20	Sangkaropi-Mendila	Sulsel	Tana Toraja/ Sesean	168.480.000	Jenis mordenit, dan heulandite,

					CEC meq/100 gr.
21	Simangumbang	Sumut	Tapanuli Utara/Pahan Jae	16.200.000	Dlam formasi sihapas, mineral klinoptilolit

Secara geologi, mula jadi zeolit ditemukan dalam batuan tuf yang terbentuk dari hasil sedimentasi, debu vulkanik yang telah mengalami proses alterasi. Ada empat proses sebagai gambaran mula jadi zeolit, yaitu proses sedimentasi debu vulkanik pada lingkungan danau yang bersifat alkali, proses alterasi, proses diagenesis dan proses hidrotermal. Indonesia berada dalam wilayah rangkaian gunung api mulai dari Sumatera, Jawa, Nusatenggara, sampai Sulawesi. Beragam jenis batuan gunung api yang dihasilkan, diantaranya berupa batuan piroklastika tuf berbutir halus yang bersifat asam dan bersusunan dasit-riolit atau bermassa kaca gunung api. Tuf halus ini tersebar luas mengikuti jalur gunung api tersebut yang sebagian atau seluruhnya telah mengalami proses ubahan atau diagenesis menjadi zeolit. Karenanya, secara geologi Indonesia berpotensi besar menghasilkan zeolit seperti yang terdapat di Sumatera (Lampung, Sumatera Utara), Jawa (Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur), Nusa Tenggara Timur, dan Sulawesi (Kusdarto, 2008).

2.3 Pengolahan dan Pemanfaatan Zeolit

Zeolit agar dapat diaplikasikan sesuai fungsinya, diperlukan proses tertentu agar diperoleh zeolite dengan kualitas yang baik. Cara yang digunakan untuk menaikkan kualitas zeolit biasanya dilakukan melalui proses pengolahan dan aktivasi, baik dengan cara pemanasan, penambahan asam atau basa, maupun pelapisan dengan senyawa kimia tertentu.

Aktivasi secara fisika berupa pemanasan zeolit dengan tujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit, sehingga luas permukaan pori-pori bertambah. Aktivasi dengan pemanasan ini sering juga dikenal dengan kalsinasi. Aktivasi secara kimiawi dilakukan dengan asam atau basa, dengan tujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor, dan mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan. Pereaksi kimia ditambahkan pada zeolit dalam jangka waktu tertentu. Zeolit kemudian dicuci sampai netral dan kemudian dikeringkan. Pengaktifan dengan asam mineral akan melarutkan logam alkali seperti Ca^{2+} , K^+ , Na^+ dan Mg^+ yang menutup sebagian rongga pori dan pengaktifan dengan H^+ dalam ruang interlamener sehingga zeolit lebih porous dan permukaan lebih aktif.

Mengingat struktur zeolit alam yang bervariasi serta besarnya kemungkinan impuritas yang ada, maka sebelum digunakan zeolit alam membutuhkan suatu perlakuan awal yang sering disebut sebagai proses aktivasi. Proses aktivasi ini diperlukan untuk meningkatkan sifat khusus zeolit sebagai adsorben dan menghilangkan unsur pengotor (Rosita, dkk., 2004).

Tabel 2.5. Selektivitas adsorbat terhadap jenis zeolit (Ackley *et al.*, 2003)

Jenis Zeolit	Aplikasi	Gas Sedikit Diadsorpsi	Gas Banyak Diadsorpsi
<i>Chabazite</i>	Prapurifikasi udara	Udara (N_2 dan O_2)	CO_2
<i>Clinoptilolite</i>	Prapurifikasi udara	Udara (N_2 dan O_2)	CO_2 , CO , NO
Separasi Udara	O_2	N_2	
<i>Ferrierite</i>	Purifikasi gas alam, batubara, biogas	CH_4 , C_2S , C_3S	NH_3
<i>Mordenite</i>	Purifikasi gas	H_2 , He , Ne , Kr , Xe	H_2O , CO , CO_2 , CH_4
<i>Phillipsite</i>	Purifikasi gas alam, batubara, biogas	CH_4 , C_2S , C_3S	NH_3

Pada mulanya, zeolit digunakan sebagai bahan industri, seperti bahan pengisi industri kertas, bahan penukar ion pada proses penjernihan air, bahan pemisah nitrogen dan oksigen, katalisator pada pemurnian minyak, adsorben tanah pada pengeringan dan sebagai bahan bangunan. Bersamaan dengan itu, zeolit juga digunakan untuk imbuhan pakan ternak dan penjernih pada tambak udang dan kolam ikan telah dimulai dilakukan (Suwardi, 2003).

2.4 Dealuminasi Zeolit

Proses dealuminasi zeolit memberikan efek penghilangan komponen pengotor (impurities) serta meminimalkan kandungan pada zeolit. Hal ini bertujuan memurnikan zeolit dari komponen pengotor, menghilangkan jenis kation logam tertentu dan molekul air yang terdapat dalam rongga, atau memperbesar volume pori, sehingga memiliki kapasitas yang lebih tinggi (Lestari, 2010). Oleh sebab itu zeolit alam perlu diaktifkan terlebih dahulu sebelum digunakan, untuk mempertinggi daya kerjanya. Pengaktifan zeolit dapat dilakukan melalui dua metode yakni secara fisika dan kimia.

2.4.1 Aktivasi Secara Fisika

Pemanasan terhadap zeolit alam bertujuan untuk mengeluarkan air atau garam pengotor dari dalam rongga – rongga zeolit. Kemampuan atau sifat pertukaran kation zeolit terutama selektifitas dan kapasitas pertukarannya akan sangat ditentukan oleh struktur kristalnya. Pemakaian panas terlalu tinggi menyebabkan terjadinya pelepasan aluminium dari struktur kerangka tetrahedral zeolit. Menurut (Barrer 1982) aktivasi pemanasan yang terlalu tinggi akan menyebabkan terjadinya dehidroksilasi gugus OH pada struktur zeolit. Akibat terjadinya pemutusan ikatan Si-O-Al, menyebabkan pembentuk gugus siloksan (Si-O-Si) dan aluminium yang miskin gugus hidroksil.

Akibatnya bila terjadi kerusakan pada struktur zeolit tersebut maka kemampuan mempertukarkan kation dan adsorbsinya berkurang. Kestabilan zeolit terhadap

temperature tergantung pada jenis kandungan mineral zeolitnya (perbandingan rasio Si/Al, dan kation yang terdapat dalam zeolit). Umumnya zeolit dan silika lebih banyak mempunyai kestabilan yang lebih besar. Clinoptilolite lam yang kaya akan kalsium rusak pada temperatur 5000°C, jika kationnya diganti dengan kalium, maka akan tetap utuh pada temperatur 8000°C. Komposisi kation yang berbeda dan perbandingan Si dan Al yang berbeda dan perbandingan Si dan Al yang berbeda pada beberapa zeolit alam menyebabkan kestabilannya pada temperatur yang berbeda. Seperti modernite yang stabil pada 800-10000°C sedangkan philipsite stabil pada 360-4000°C (Saputra, 2006).

2.4.2 Aktivasi Secara Kimia

Yang kedua aktivasi zeolit secara kimia dengan tujuan untuk membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor dan mengatur Kembali letak atom yang dapat dipertukarkan. Proses aktivasi zeolit dengan perlakuan asam HCl pada konsentraso 0,1 N hingga 1 N menyebabkan zeolit mengalami dealuminasi dan dekationisasi yaitu keluarnya Al dan kation – kation dalam kerangka zeolit. Aktivasi asam menyebabkan terjadinya dekationisasi tang menyebabkan bertambahnya luas permukaan zeolit karena berkurangnya pengotor yang menutupi pori – pori zeolit. Luas permukaan yang bertambah diharapkan meningkatkan kemampuan zeolit dalam proses penjerapan (Wetkamp, 1999).

Tingginya kandungan Al dalam kerangka zeolit menyebabkan kerangka zeolit sangat hidrofilik dan polar dari zeolit ini merupakan hambatan dalam kemampuan penjrapannya. Proses aktivasi dengan asam dapat meningkatkan kristalinitas, keasaman dan luas permukaan (Shrihapsari, 2006). Setiap oksigen dalam ikatan ini cenderung akan meningkat H⁺ membentuk OH atau gugus silanol yang bersifat polar.

Ion hydrogen pada gugus hidroksilini siap dipertukarkan dengan kation lain. Pada keadaan netral atau agak asam, dapat terjadi hidrolisis akan menyebabkan kenaikan pada pH. Keadaan demikian akan menyebabkan kapasitas pertukarannya meningkat.

Pada harga konsentrasi tertentu, asam juga menghidrolisa aluminium dari kerangka zeolit yang menyebabkan struktur menjadi rusak. Bila proses dealuminasi dilakukan kelebihan maka akhirnya Si (OH)₄ mudah berpolimerisasi dan terjadi pemisahan gugus OH (dehidroksilasi), membentuk Si-O-Si yang merupakan ikatan yang kuat. Hasil dari proses dealuminasi zeolit ini berbentuk silika gel, seperti pada pemanasan yang terlalu tinggi dan berbentuk bahan amorf sebagai bahan akhir (Bambang, dkk. 1995).

Secara umum konsentrasi larutan asam serta jenis asam yang digunakan di dalam aktivasi akan mempengaruhi sifat pertukaran dan struktur kristal dari mineral zeolit. Berdasarkan kelarutan di dalam asam klorida (HCl), Bogdanova, dan Belitsky (1968) membagi zeolit dalam empat kelompok: sangat resisten, resisten, sedikit resisten, sedang klinoptilolit resisten. Keadaan ini merupakan sifat dari struktur kristal dan ratio Si/Al yang dimiliki oleh masing – masing jenis zeolit tersebut (Sarno, 1983).

Namun permasalahannya penggunaan asam klorida (HCl) sebagai pelarut dalam proses aktivasi atau dealuminasi zeolit akan memberikan dampak positif dalam peningkatan Si/Al (Badganova dan Beletsky, 1968). Namun asam klorida digolongkan sebagai asam kuat, maka dampak kandungan klorin dalam bentuk produk kimia menimbulkan dampak terhadap lingkungan seperti penipisan lapisan ozon dan pemanasan global (Hasan, 2006).

2.5 Metode Analisis Zeolit

2.5.1 Metode Analisis XRD

Salah satu teknik yang digunakan untuk menentukan struktur suatu padatan kristalin adalah metode difraksi sinar-X serbuk (*X-ray powder diffraction*). Sampel berupa serbuk padatan kristalin yang memiliki ukuran kecil dengan diameter butiran kristalnya sekitar 10⁻⁷ – 10⁻⁴ m ditempatkan pada suatu plat kaca. Sinar-X diperoleh

dari elektron yang keluar dari filamen panas dalam keadaan vakum pada tegangan tinggi, dengan kecepatan tinggi menumbuk permukaan logam, biasanya tembaga (Cu). Sinar-X tersebut menembak sampel padatan kristalin, kemudian mendifraksikan sinar ke segala arah dengan memenuhi Hukum Bragg.

Detektor bergerak dengan kecepatan sudut yang konstan untuk mendeteksi berkas sinar-X yang didifraksikan oleh sampel. Sampel serbuk atau padatan kristalin memiliki bidang-bidang kisi yang tersusun secara acak dengan berbagai kemungkinan orientasi, begitu pula partikel-partikel kristal yang terdapat di dalamnya. Setiap kumpulan bidang kisi tersebut memiliki beberapa sudut orientasi sudut tertentu, sehingga difraksi sinar-X memenuhi Hukum Bragg: $n \lambda = 2 d \sin \theta$ (Warren, 1969). Bentuk keluaran dari difraktometer dapat berupa data analog atau digital. Rekaman data analog berupa grafik garis-garis yang terekam per menit sinkron, dengan detektor dalam sudut 2θ per menit, sehingga sumbu-x setara dengan sudut 2θ . Sedangkan rekaman digital menginformasikan intensitas sinar-X terhadap jumlah intensitas cahaya per detik.

2.5.2 Metode Analisis XRF

Metode analisis yang biasa yang digunakan untuk pengendalian kualitas sampel yaitu dengan XRF. *X-ray fluorescence* (XRF) Spektrometer adalah suatu alat *X-ray* yang digunakan relatif *non-destruktif* dalam analisis kimia batuan, mineral, sedimen dan cairan (Munasir, 2012). Analisis menggunakan XRF dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan karakteristik sinar-X yang terjadi dari peristiwa efek fotolistrik. Efek fotolistrik terjadi karena elektron dalam atom target (sampel) terkena berkas berenergi tinggi (radiasi gamma, sinar-X). Bila energi sinar tersebut lebih tinggi dari pada energi ikat elektron dalam orbit K, L, atau M atom target, maka elektron atom target akan keluar dari orbitnya. Dengan demikian atom target akan mengalami kekosongan elektron. Kekosongan elektron ini akan diisi oleh elektron dari orbital yang lebih luar diikuti pelepasan energi yang berupa Sinar-X yang dihasilkan dari peristiwa seperti

peristiwa tersebut diatas ditangkap oleh oleh detektor semi konduktor Silikon Litium (Munasir, 2012).

BAB III

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan meliputi pengambilan sampel zeolit alam, preparasi sampel zeolit, Dealuminasi zeolit menggunakan pelarut asam sulfat dan analisis data hingga penyusunan laporan. Penelitian ini juga ditunjang oleh literatur berupa buku dan jurnal yang berkaitan dengan judul penelitian, juga ditunjang oleh tambahan informasi dari dosen.

3.1 Persiapan Alat dan Bahan

a. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, yakni:

1. XRD (*X-ray Diffraction*)
2. XRF (*X-ray Fluorescence*)
3. Palu Geologi
4. Ayakan (Vibrator Screen)
5. Oven
6. Pengaduk Magnetik
7. Gelas ukur 1000 ml
8. Pipa Tetes
9. Corong Pemisah
10. Timbang Digital

b. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yakni;

1. Zeolit
2. Asam Sulfat
3. Aquades
4. pH Meter
5. Kertas Saring