LAPORAN AKHIR

KAJIAN BAHAN GALIAN ZEOLIT UNTUK DIMANFAATKAN SEBAGAI BAHAN BAKU PUPUK

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN

PROPINSI SUMATERA UTARA

MEDAN

2 0 0 6

ABSTRAK

Mineral Zeolit adalah senyawa alumina silikat hidrat dengan logam alkali. Di Desa Sukamaju dan sekitarnya Kecamatan Simangumban Kabupaten Tapanuli Utara terdapat endapan zeolit yang belum dimanfaatkan secara baik dan optimal. Zeolit banyak digunakan dalam bidang pertanian, peternakan dan industri terutama sebagai penyerap bau dan limbah. Pemanfaatan dan penggunaannya didalam proses industri sangat ditentukan oleh sifat fisik dan kimianya.

Zeolit yang terdapat di Desa Sukamaju dan sekitarnya mengandung mineral klinoptilolit dengan mineral pengotornya adalah feldsfar, kuarsa dan mica. Jika dibandingkan dengan zeolit yang terdapat di Kecamatan Bayah Jawa Barat (PPTM, 1996) maka zeolit di Desa Sukamaju dan sekitaranya Kecamatan Simangumban dapat digunakan sebagai bahan baku industri pupuk, pertanian dan penyerap limbah. Adanya mineral pengotor yang terdapat didalam zeolit sangat berpengaruh pada kualitas zeolit sehingga didalam proses penggunaannya sebagai bahan galian industri perlu pencermatan lebih lanjut.

Berdasarkan hasil pemetaan yang dilakukan jumlah cadangan zeolit di Desa Sukamaju Kecamatan Simangumban berjumlah 3.340.000 ton. Untuk mendapatkan hasil perhitungan yang lebih maksimal perlu dilakukan penambahan jumlah titik bor sehingga dengan luas daerah tersebut dapat diperoleh data yang lebih representatif dan valid (akurat).

KATA PENGANTAR

Propinsi Sumatera Utara merupakan salah satu daerah yang memiliki beraneka ragam bahan galian industri. Potensi bahan galian industri tersebut masih belum dimanfaatkan dan dikelola secara baik dan maksimal. Bahan galian industri tersebut tersebar di masing-masing Kabupaten dengan sifat dan karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan proses geologinya, sehingga diperlukan penelitian/kajian yang dapat mendukung industri yang ada didaerah ini. Kegiatan didalam proses industri kertas, pertanian, peternakan dan industri lainnya sangat memerlukan bahan galian industri baik sebagai bahan baku utama maupun sebagai bahan baku tambahan.

Penelitian ini merupakan salah satu bentuk hasil kerjasama antara Badan Penelitian dan Pengembangan Propinsi Sumatera Utara dengan Pusat Penelitian Teknik Geologi Institut Teknologi Medan. Hasil yang diharapkan didalam penelitian ini adalah dapat memanfaatkan potensi bahan galian yang ada di daerah untuk dapat dikembangkan dan digunakan sebagai bahan baku industri di Propinsi Sumatera Utara.

Akhirnya diucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu didalam proses penelitian ini sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar.

Medan, Desember 2006

Pusat Penelitian Teknik Geologi Institut Teknologi Medan Kepala	Badan Penelitian dan Pengembangan Propinsi Sumatera Utara Kepala
Ir. Azhari Fitrah, Nst. MT	**Ir.H.Syarifullah Harahap, M.Si.** **Pembina Utama Madya** **NIP.010095728**

DAFTAR ISI

Hal

ABSTRAK …… i
KATA PENGANTAR ii
DAFTAR ISI iii
DAFTAR TABEL..... v
DAFTAR FOTO v
DAFTAR GAMBAR v

BAB I PENDAHULUAN 1
1.1.Latar Belakang Penelitian 1
1.2.Perumusan Masalah 3
1.3.Tujuan Penelitian 4
1.4. Manfaat Penelitian 4
1.5. Ruang Lingkup..... 4
1.6. Lokasi Daerah Penelitian 5
1.7.Batasan Penelitian 5
1.8.Metodologi Penelitian 6
1.9.Tahap Penelitian 6
1.9.1.Tahap Persiapan 7
1.9.2.Tahap Pekerjaan Lapangan 7
1.9.3. Tahap Pengolahan Data 7
1.9.4.Tahap Penyusunan Laporan 8
1.10. Peralatan dan Bahan 8

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9
2.1.Pengertian dan Struktur Zeolit 9
2.1.1.Mineralogi 12
2.2.Genesa Zeolit 14
2.2.1.Endapan Zeolit yang Berasal dari Sedimen Debu Vulkanik …….. 14
2.2.2.Endapan Zeolit yang Berasal dari Alterasi Air tanah…….. 15
2.2.3.Endapan Zeolit Jenis Diagenetik …… 15
2.2.4.Endapan Zeolit Jenis Hidrothermal …… 15
2.3.Sifat Zeolit..... 16
2.3.1. Penyerap 16
2.3.2. Penukar Kation 16
2.3.3.Katalis 18
2.4.Kegunaan Zeolit 18
2.4.1.Bidang Pertanian 19
2.4.2.Bidang Peternakan 20

2.4.3.Bidang Perikanan 23
2.4.4. Bidang Industri..... 24
2.4.5.Bidang Pelestarian Lingkungan 25
2.5. Metode Perhitungan Cadangan 27
2.5.1.Metode Konvensional 28

BAB III TATANAN GEOLOGI 30
3.1.Geomorfologi Daerah Penelitian 30
3.1.1.Satuan Morfologi Pegunungan 32
3.1.2.Satuan Morfologi Dataran 33
3.2.Pola Aliran 33
3.3.Stratigrafi Daerah Penelitian..... 34
3.3.1.Satuan Batupasir Kuarsa 35
3.3.2.Satuan Alluvial 37

BAB IV PEMBAHASAN 38
4.1.Eksplorasi Zeolit 38
4.1.1.Pemetaan Geologi 38
4.1.2.Pemboran 40
4.13.Perhitungan Cadangan 41
4.2.Analisa Laboratorium 43
4.2.1.Analisa Jenis Zeolit 44
4.2.2.Analisa Oksida Mayor 44
4.2.3.Kapasitas Tukar Kation 45
4.3.Analisa Hasil 45
4.4.Cara Penambangan 46
4.5.Pengolahan 47

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN REKOMENDASI 50
5.1. Kesimpulan 50
5.2. Saran Rekomendasi 51

Daftar Pustaka 52

Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel.2.1.Stabilitas Zeolit Terhadap Suhu 13
Tabel.2.2.Spesifikasi Zeolit dan Kegunaanya..... 21
Tabel.2.3.Spesifikasi Kimia Zeolit untuk Makanan Ternak 23
Tabel.2.4.Spesifikasi Zeolit untuk industri Kertas..... 25
Tabel.3.1.Klasifikasi Satuan Morfologi Willliam D, Thornbury. ……. .. 31
Tabel.4.1. Komposisi Kimia Zeolit ……..... 44

DAFTAR FOTO

Foto.3.1. Satuan Morfologi Pegunungan……..... 32
Foto.3.2. Sungai Toru yang berstadia Dewasa..... 34
Foto.3.3.Satuan Batupasir Daerah Aek Rao..... 36
Foto.4.1.Singkapan Zeolit Daerah Ambar..... 40
Foto.4.2.Pemboran Zeolit Daerah Sukamaju 41

DAFTAR GAMBAR

Gambar.1.1. Lokasi Daerah Penelitian..... 5
Gambar.2.1.Tetra hedral Alumina Silikat ……... 11
Gambar.2.2. Pola lubang Bor yang teratur..... 29
Gambar.4.1. Proses Pengolahan Zeolit …… 48

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang Penelitian

Pemerintah Propinsi Sumatera Utara telah menetapkan tiga pilar utama pembangunan di daerah yaitu membangun sektor pertanian sebagai tulang punggung perekonomian daerah, membangun sektor industri terutama agroindustri dan membangun sektor pariwisata. Pembangunan sektor industri yang berbasis pada potensi sumberdaya alam yang ada didaerah merupakan salah satu pilar di dalam menopang agroindustri di daerah. Potensi Sumberdaya alam di daerah harus dikelola secara baik dan maksimal terutama dalam meningkatkan taraf hidup masyarakat dalam upaya menggerakkan perekonomian di daerah. Berkembangnya pembangunan sektor industri saat ini membutuhkan bahan galian industri yang semakin meningkat jumlahnya, sebagai konsekuensi logis dengan kebijakan tersebut adalah pertumbuhan sektor industri akan meningkat dengan ditandai tumbuhnya perusahaan baik yang berskala besar, menengah dan kecil.

Dengan dikeluarkannya Undang Undang tentang otonomi daerah yaitu UU No 32 tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah dan UU No 34 tahun 2004 tentang Perimbangan Keuangan Pusat dan Daerah, merupakan tantangan bagi daerah untuk dapat menjalankan roda pemerintahannya secara mandiri. Dengan telah berlakunya

Undang Undang tersebut maka setiap daerah termotivasi didalam upaya peningkatan pendapatan asli daerah (PAD) dengan menggali potensi yang ada di daerah untuk dapat dikelola dan dikembangkan menjadi prioritas utama. Salah satu sektor yang perlu mendapatkan perhatian besar adalah sektor pertambangan sebagai salah satu potensi sumberdaya alam yang bisa digali dan dikembangkan menjadi sumber pemasukan bagi pendapatan asli daerah (PAD). Potensi Sumberdaya alam / bahan galian industri yang menjadi perhatian tersebut salah satunya adalah bahan galian mineral zeolit.

Zeolit didefinisikan secara awam adalah tanah atau bebatuan yang memiliki rongga rongga atau poros, kadang berbentuk tunel (saluran) dengan ukuran super kecil (10^{-9}) meter. Dengan lubang - lubang dan salurannya yang kecil tersebut mineral zeolit banyak dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan dan kepentingan industri. Mineral zeolit termasuk mineral serbaguna yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan pengisi, imbuh makan ternak, bahan pemurni gas buang, penjernih air dan lain-lain. Di Sumatera Utara endapan zeolit tersebar luas di daerah dengan jumlah cadangan yang diperkirakan cukup besar akan tetapi mineral zeolit tersebut belum dimanfaatkan secara baik dan optimal. Berdasarkan hasil Analisis Kegiatan dan Pemanfaatan Sumberdaya Alam sebagai Bahan Baku Sektor Industri di Propinsi Sumatera Utara (Balitbang SU 2004) disimpulkan bahwa sebagian besar bahan baku utama dan bahan baku tambahan yang digunakan pada sektor industri masih banyak didatangkan dari daerah luar Propinsi Sumatera Utara (import).

Dalam upaya penyediaan bahan baku utama dan bahan baku tambahan pada sektor industri perlu tersedianya data dan informasi (inventarisasi) yang akurat dari bahan galian mineral zeolit terutama yang terdapat di daerah. Penelitian mineral zeolit ini diharapkan berguna sebagai data awal terutama bagi para pelaku industri dan Pemerintah Daerah Propinsi Sumatera Utara. Pengelolaan dan pemanfaatan mineral zeolit ini diharapkan akan memberikan konsekuensi terhadap penghematan devisa, membuka kesempatan kerja / lapangan kerja yang pada gilirannya akan meningkatkan taraf hidup dan perekonomian masyarakat pada umumnya.

1.2. Perumusan Masalah

Beberapa permasalahan yang dapat dirumuskan dalam pengembangan dan pemanfaatan bahan galian mineral zeolit sebagai bahan baku industri pupuk di Sumatera Utara adalah:

1. Belum tersedianya data dan informasi yang akurat dari jenis bahan galian industri mineral zeolit tentang :
    - kualitas meliputi komposisi mineral zeolit yang dapat digunakan sebagai bahan baku industri pupuk yang terdapat pada suatu daerah / lokasi
    - Besarnya potensi cadangan mineral zeolit di suatu daerah / lokasi
2. Kondisi sarana dan prasarana / infra struktur dilokasi keterdapatan bahan galian mineral zeolit

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah cadangan, kualitas / komposisi dan lokasi penyebaran mineral zeolit disuatu daerah / lokasi dengan melakukan pengukuran ketebalan / kedalaman dan pemetaan geologi permukaan. Dengan mengetahui kualitas dan kuantitas bahan galian industri zeolit sehingga dapat dipergunakan untuk bahan baku industri pupuk di Sumatera Utara.

1.4. Manfaat Penelitian

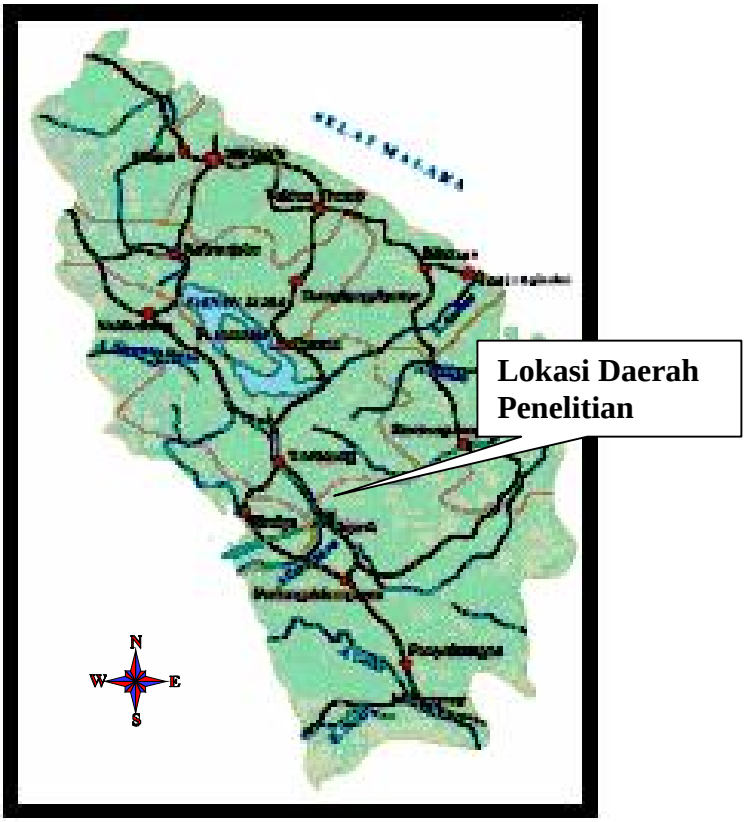
Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan data awal tentang bahan galian mineral zeolit sebagai bahan baku industri pupuk bagi pelaku industri dan Pemerintah Daerah didalam meningkatkan nilai guna dan nilai jual dari bahan galian mineral zeolit disamping itu mengurangi ketergantungan terhadap bahan baku dan bahan tambah di sektor industri yang selama ini banyak didatangkan dari luar daerah Propinsi Sumatera Utara.

1.5. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari Kajian Pengembangan Mineral Zeolit sebagai Bahan baku Industri Pupuk adalah untuk mengetahui luas dan cadangan serta penyebaran bahan galian mineral zeolit sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku utama dan bahan tambahan di sektor industri pupuk di Sumatera Utara.

1.6. Lokasi Daerah Penelitian

Lokasi Daerah Penelitian terletak lebih kurang 350 Km dari ibukota Propinsi Sumatera Utara. Secara administratif termasuk kedalam wilayah Kecamatan Simangumban Kabupaten Tapanuli Utara dengan koordinat geografis $99^0$08’20” BT – $99^0$08’25” BT dan $01^0$01’20” LU– $01^0$01’25” LU.



Gambar 1.1.Lokasi Daerah Penelitian

1.7. Batasan Permasalahan

Ada beberapa parameter yang digunakan pada pemanfaatan zeolit sebagai bahan baku industri pupuk di daerah Sumatera Utara, seperti analisis Kimia, X ray difraktion, KTK dan kenampakan fisik dari mineral zeolit itu sendiri. Penelitian ini dibatasi

pada parameter - paramater tersebut sehingga didalam pemanfaatannya baik sebagai bahan baku utama dan bahan tambahan sangat ditentukan oleh sifat fisik dan sifat kimianya. Dengan mengetahui sifat - sifat tersebut dapat diketahui kualitas dan penggunaannya didalam bidang industri yang ada didaerah.

1.8. Metodologi Penelitian

Metodologi yang di lakukan sebagai kerangka berpikir untuk membuat kesimpulan dalam penelitian adalah metode induksi dengan mengidentifikasi mineral zeolit yang meliputi:

1. Pengamatan megaskopois, berupa pengamatan sifat fisik dan kenampakan nya di lapangan
2. Pengamatan mikroskopois electron (Sinar X) dengan tujuan dapat membedakan jenis mineral zeolit
3. Uji kimiawi dan uji fisik dari mineral zeolit,

1.9. Tahap Penelitian

Penelitian geologi pada umumnya merupakan suatu kegiatan yang komprehensif yang saling mendukung antara kegiatan studi pustaka, data lapangan, analisis laboratorium maupun hasil akhir dalam pembuatan laporan. Tahapan penelitian ini dibagi menjadi tahap persiapan / studi pustaka, tahap lapangan / observasi, dan tahap pengolahan data.

1.9.1. Tahap Persiapan

Tahap ini dilakukan pengumpulan data sekunder yang meliputi studi pustaka, interpretasi peta topografi, persiapan peralatan, perencanaan lapangan, perijinan dan evaluasi terhadap data sekunder dari peneliti terdahulu sehingga pada saat melakukan penelitian dapat berjalan lancar sesuai dengan yang diharapkan.

1.9.2. Tahap Pekerjaan Lapangan

Tahap ini di lakukan pengumpulan data primer dari pengamatan lapangan. Pekerjaan lapangan meliputi pengamatan singkapan batuan, pemerian, pengambilan contoh batuan untuk analisa laboratorium (kimia, x-Ray, KTK dan kandungan mineral zeolit), dokumentasi, pengamatan kondisi lingkungan sekitar bahan galian dan pengumpulan data yang dapat mendukung penelitian. Hasil akhir dalam bentuk peta morfologi dan peta penyebaran bentonit

1.9.3. Tahap Pengolahan Data

Pada tahap ini di lakukan kompilasi data, analisa laboratorium terhadap contoh batuan, bahan galian. Analisa laboratorium yang di lakukan meliputi analisa X – ray defraksi, analisa kimia, dan analisis pengukuran kapasitas tukar kation. Tujuan dari analisis tersebut untuk mengetahui komposisi dan jenis zeolit yang akhirnya dapat diterapkan dalam proses industri yang ada didaerah Sumatera Utara.

1.9.4. Tahap Penyusunan Laporan

Tahap penyusunan Laporan, Tahap ini merupakan gabungan dari tahap sebelumnya sehingga didapat kualitas, lokasi dan penyebarannya yang tercermin dari peta tematik bahan galian mineral zeolit dalam bentuk laporan akhir.

1.10. Peralatan dan Bahan

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi:

a. Kompas Geologi
b. Palu Geologi
c. Peta Topografi
d. Peta Geologi
e. Kamera dan buku catatan lapangan
f. GPS
g. Loupe
h. Larutan HCl 0,1 N
i. Hand auger (Bor Tangan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian dan Struktur Zeolit

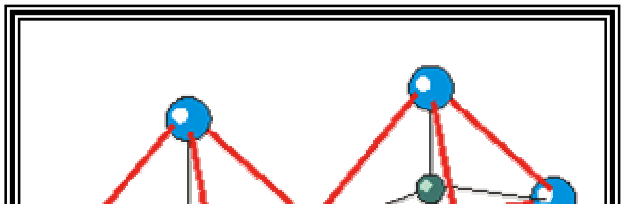
Mineral zeolit adalah senyawa alumina silikat hidrat dengan logam alkali yang merupakan kelompok mineral yang terdiri dari beberapa jenis mineral. Nama zeolit berasal dari bahasa Yunani yang berarti batuan mendidih (membuih), yaitu airnya akan terlepas apabila dipanasi. Zeolit alam memang merupakan komoditas mineral industri yang mempunyai prospek pasar yang baik untuk dikembangkan dan diusahakan. Hampir seluruh endapan zeolit yang ditemukan di Indonesia tersusun oleh mineral klinoptilolit, mordenit atau campuran keduanya, kadang - kadang sedikit mengandung mineral heulandit. Disamping mengandung mineral tersebut zeolit juga mengandung mineral pengotor seperti kwarsa, plagioklas, montmorilonit, pirit, kaolin dan lain - lain. Warna bahan galian zeolit beraneka ragam antara lain hijau, putih kehijauan, putih merah daging, coklat abu - abu kebiruan dan lainnya bergantung dengan kondisi lingkungan yang mempengaruhinya. Zeolit alam merupakan senyawa alumina silikat terhidrasi yang secara fisik dan kimia mempunyai kemampuan sebagai penyerap (*adsorpsi*), penukar kation dan sebagai katalis.

Menurut Joseph V. Smith (1984) seorang ahli kristalografi Amerika Serikat mendefinisikan zeolit sebagai :

> *"A zeolite is an aluminosilicate with a framework structure enclosing cavities occupied by large ions and water molecules, both of which have considerable freedom of movement, permitting ion-exchange and reversible dehydration".*

Di Indonesia, zeolit ditemukan pada tahun 1985 oleh PPTM Bandung dalam jumlah besar, diantaranya tersebar dibeberapa daerah pulau Sumatera dan Jawa. Namun dari 46 lokasi zeolit, baru beberapa lokasi yang ditambang secara intensif antara lain di Kec. Bayah (Jawa Barat), Banten, Cikalong, Tasikmalaya, Cikembar, Sukabumi, Nanggung, Bogor dan Propinsi Lampung.

Pada saat ini dikenal sekitar 40 jenis zeolit alam, meskipun yang mempunyai nilai komersial ada sekitar 12 jenis, diantaranya klinoptilolit, mordernit, filipsit, kabasit dan erionit. Zeolit sintetik dihasilkan dari beberapa perusahaan seperti Union Carbide, ICI dan Mobil Oil dan lebih dari 100 jenis telah dikenal strukturnya antara lain zeolit A, X, Y, grup ZSM/$AlPO_4$ (*Zeolite Sieving Marerials/Aluminium Phosphate*) dan bahkan akhir-akhir ini dikenal grup Zeotip, yaitu material seperti zeolit tetapi bukan senyawa alumino-silikat.



Gambar 2.1. Tetrahedral alumina dan silika (TO_4) pada struktur zeolit

Pada struktur zeolit (Gbr, 2.1), semua atom Al dalam bentuk tetrahedral sehingga atom Al akan bermuatan negatif karena berkoordinasi dengan 4 atom oksigen dan selalu dinetralkan oleh kation alkali atau alkali tanah untuk mencapai senyawa yang stabil. Lain halnya dengan batuan lempung (*clay materials*) dengan struktur lapisan, dimana sifat pertukaran ionnya disebabkan oleh:

1. B*rokend bonds* yaitu makin kecil partikel penyerapan makin besar,
2. Gugus hidroksid yang mana atom hidrogen dapat digantikan dengan kation lain atau
3. *Substitusi isomorf* Al pada tertrahedra Si menyebabkan ikatan Al-Si cukup kuat dan mengurangi swelling

Kemampuan pertukaran ion zeolit merupakan parameter utama dalam menentukan kualitas zeolit yang akan digunakan, biasanya dikenal sebagai KTK (Kapasitas Tukar Kation). KTK adalah jumlah meq ion logam yang dapat diserap maksimum oleh 1 gr zeolit dalam kondisi setimbang. Kapasitas tukar kation (KTK) dari zeolit bervariasi dari 1,5 sampai 6 meq/g. Nilai KTK zeolit ini banyak tergantung pada jumlah atom

Al dalam struktur zeolit, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan KTK batuan lempung, seperti kaolinit (0,03-015 meq/g), bentonit (0,80-1,50 meq/g) dan vermikulit (1-1,50 meq/g).

2.1.1. Mineralogi

Zeolit alam merupakan senyawa alumino silikat terhidrasi dengan unsur utama yang terdiri dari kation alkali dan alkali tanah. Senyawa ini berstruktur tiga dimensi dan mempunyai pori yang dapat diisi oleh molekul air. Rumus empiris zeolit alam adalah:

$$\mathbf{M2/n\ Al_2O_3\ x(SiO_2)\ yH_2O}$$

Dimana :

M ; kation alkali atau alkali tanah

n ; valensi kation

x ; suatu harga dari 2-10

y ; suatu harga dari 2-7

Ion Na dan K merupakan kation yang dapat dipertukarkan sedangkan atom Al dan Si merupakan struktur kation dan oksigen akan membentuk struktur tetrahedron pada zeolit. Molekul - molekul air yang terdapat dalam zeolit merupakan molekul yang mudah lepas. Zeolit alam terbentuk dari reaksi antara batuan tufa asam berbutir halus dan bersifat riolitik dengan air pori atau air meteorik. Komponen utama pembangun struktur zeolit adalah struktur bangun primer $(SiO_4)^{4-}$ yang mampu membentuk struktur tiga dimensi. Muatan listrik yang dimiliki oleh kerangka zeolit baik yang

terdapat dipermukaan maupun didalam pori menyebabkan zeolit dapat berperan sebagai penukar kation, penyerap dan katalis.

Pori - pori zeolit terbentuk dengan cara pengusiran air pada pemanasan diatas 100 ^{0}C. Kesadahan seperti ini memungkinkan zeolit dapat menyerap molekul - molekul yang mempunyai garis tengah lebih kecil dari pori - pori zeolit tersebut. Kandungan air yang terperangkap dalam rongga zeolit biasanya berkisar antara 10-35%. Perbandingan antara atom Si dan Al yang bervariasi akan menghasilkan banyak jenis atau spesies zeolit yang terdapat dialam. Sampai saat ini telah ditemukan lebih dari 50 jenis spesies zeolit, namun mineral pembentuk zeolit terbesar ada 9 yaitu analsim, habazit, klinoptilolit, erionit, morenit, ferrierit, heulandit, laumontit dan fillipsit.

Tabel 2.1. Stabilitas zeolit terhadap suhu

Jenis Mineral Zeolit	Suhu
Klinoptilolit (kaya ion Ca)	500 ^{0} C (maks.)
Klinoptilolit (kaya ion K)	800^{0}C (maks.)
Khabazit	600 - 865^{0}C
Laumonit	345 - 800^{0}C
Mordenit	800 - 1000^{0}C
Filipsit	360 - 400^{0}C

2.2. Genesa Zeolit

Zeolit ditemukan dalam batuan tufa yang terbentuk hasil sedimentasi debu vulkanik yang telah mengalami proses alterasi. Sebagai produk piroklastik atau aktivitas

gunung api berupa semburan ke udara yang kemudian jatuh kedalam suatu lingkungan pengendapan, selanjutnya bahan tersebut mengalami rombakan oleh aktivitas air dan terendapkan kembali pada lingkungan pengendapan yang lain, karena aktivitas tektonik berupa pengangkatan dan diikuti oleh proses eksogenik yang intensif menyebabkan bahan galian tersebut tersingkap seperti saat ini. Proses alterasi berlangsung pada lingkungan pengendapan yang baru menyebabkan terubahnya sebagian material gelas vulkanik yang berukuran halus menjadi mineral zeolit. Secara geologi endapan zeolit terbentuk karena proses sedimentasi debu vulkanik pada lingkungan danau yang bersifat alkali, proses diagenetik dan proses hidrothermal.Berdasarkan genesanya zeolit dapat terbentuk oleh:

2.2.1. Endapan zeolit yang berasal dari sedimen debu vulkanik

Endapan zeolit jenis ini dicirikan oleh zona mineralogi secara lateral. Keadaan ini diakibatkan oleh perubahan komposisi air danau yaitu mulai dari indikasi debu vulkanik yang tidak mengalami alterasi dan tersingkap pada batas cekungan danau, kemudian diikuti oleh zona zeolit yang pada akhirnya terbentuk zona natrium feldsfar ditengah - tengah cekungan. Endapan zeolit jenis ini mempunyai struktur yang sangat sederhana dengan ketebalan hanya beberapa centimeter hingga beberapa meter. Daerah penyebaran cukup luas dan mempunyai konsentrasi tinggi untuk jenis mineral zeolit tertentu. Endapan ini umumnya dijumpai pada daerah yang bersifat asam dan kering dan mineral zeolit yang umum adalah klinoptilolit, erionit, khabazit dan filipsit.

2.2.2. Endapan zeolit yang berasal dari alterasi air tanah

Endapan zeolit jenis ini dicirikan oleh lapisan tufa riolitik yang tebal. Zona zeolit yang terbentuk lebih bersifat vertikal dari pada horizontal. Keadaan ini disebabkan oleh perubahan komposisi kimia sebagai akibat reaksi dengan air tanah. Endapan ini mempunyai ketebalan yang dapat mencapai ratusan meter. Mineral zeolit yang umum dijumpai adalah jenis klinoptilolit dan mordenit.

2.2.3. Endapan zeolit jenis diagenetik

Endapan zeolit jenis ini dicirikan oleh perlapisan yang sangat tebal dengan penyebaran yang sangat luas, namun kandungan mineral zeolit sangat rendah. Endapan zeolit jenis ini mengandung mineral heulandit dan laumonit

2.2.4. Endapan zeolit jenis Hidrothermal

Endapan zeolit jenis ini dicirikan oleh zona mineralisasi klinoptilolit dan mordenit pada daerah intrusi yang dangkal dan dingin. Endapan zeolit jenis ini mempunyai kadar yang tinggi, keterdapatannya dialam sangat terbatas, sehingga kurang begitu ekonomis untuk ditambang.

2.3.Sifat Zeolit

Didalam penggunaannya sebagai bahan galian industri zeolit sangat ditentukan oleh sifat - sifat fisik dan kimianya. Sifat - sifat tersebut sangat mempengaruhi didalam proses industri. Sifat zeolit tersebut terdiri dari:

2.3.1.Penyerap

Penyerap adalah proses ikatan suatu molekul atau unsur pada permukaan unsur lain. Penggunaan zeolit sebagai bahan penyerap karena:

- zeolit bersifat selektif dan mempunyai kapasitas tukar kation cukup tinggi
- zeolit dapat memisahkan molekul - molekul berdasarkan ukuran dan bentuk struktur kristal zeolit

Jika beberapa molekul memasuki sistem pori zeolit salah satu molekul tersebut akan tertahan yang berdasarkan pada kepolaran atau efek interaksi molekul tersebut dengan zeolit.

2.3.2. Penukar Kation

Mineral alam, seperti zeolit dan lempung (senyawa kation-kation dalam zeolit dapat dipertukarkan dengan kation lain di luar kerangka zeolit dalam suatu larutan.Kation kation dalam zeolit dapat ditukarkan dengan kation lain dalam suatu larutan. Hal ini disebabkan oleh ion - ion dalam pori - pori kristal zeolit selalu memelihara kenetralan muatan listriknya, selain disebabkan oleh ion yang dapat bergerak bebas, kapasitas tukar kation tergantung kepada ukuran, muatan ion, dan jenis zeolit. Selain sebagai penukar kation zeolit juga dapat berfungsi sebagai penukar anion. Dalam hal ini

kedudukan gugus hidroksil (OH) pada zeolit memegang peranan penting. Gugus hidroksil pada zeolit dapat dibentuk dengan metode deamonisasi melalui proses pertukaran ion NH_4 pada zeolit.

Bila suatu zeolit dicelup dalam larutan, ion-ion dari muatan yang berlawanan dengan muatan yang ada pada zeolit, akan tertarik dan menempel pada permukaannya. Ion-ion yang menempel tersebut dapat dilepaskan kembali (*dielutriasi*) dengan cara mencuci zeolit dalam larutan yang mengandung ion-ion dengan tanda yang sama seperti muatan yang ada pada zeolit asal. Pada dasarnya senyawa - senyawa alumina silikat mengandung kation aluminium, SiO_2 dan logam alkali tanah / logam alkali. Struktur zeolit yang mempunyai struktur rangka 3 dimensi dengan rongga - rongga dan lorong - lorong teratur secara berkesinambungan dengan ukuran tertentu, maka ion ion logam dan molekul air bergerak. Dengan struktur ini zeolit yang mempunyai karekteristik spesifik sebagai penapis molekul yang baik dan dapat berhidrasi – dehidrasi secara reversibel. Sifat ini antara lain dimanfaatkan didalam penjernihan air, bidang pertanian, untuk mengontrol pembebasan ion - ion NH_4, Ca^{2+}, K dan N_2 dari pupuk karena zeolit dapat secara efektif meningkatkan kapasitas tukar kation alkali tanah hingga ion - ion pupuk tersebut tidak mudah larut. Juga dimanfaatkan dalam pengolahan limbah air industri, limbah peternakan, limbah rumah tangga dan industri bahan makanan, untuk menghilangkan kesadahan air dan bau, warna dari limbah sampah atau industri.

2.3.3. Katalis

Reaksi katalis terjadi didalam pori - pori kristal zeolit. Oleh karena itu sifat zeolit yang sangat penting sebagai katalis adalah ukuran pori - pori dan volume kosong yang besar, disamping itu perbandingan atom Si dan Al mempengaruhi sifat zeolit sebagai katalis. Sifat - sifat tersebut dapat terjadi karena struktur dan sifat muatan listrik yang dimiliki oleh kerangka zeolit baik, pada permukaan maupun didalam rongganya. Zeolit baru akan bekerja sesuai dengan struktur kimiawinya setelah mengalami proses pengolahan. Zeolit adalah salah satu diantara sekian banyak mineral senyawa alumina silikat, dengan kerangka struktur 3 dimensi senyawa alumina silikat terdiri dari dua bagian yaitu bagian netral dan bagian yang bermuatan. Bagian netral semata - mata dibangun oleh silikon dan oksigen dan jenisnya bervariasi antara SiO_4 sampai SiO_2. Bagian muatan dibangun oleh ion alumina dan oksigen, dalam bagian ini terjadi penggantian ion pusat silikon bervalensi empat dengan kation aluminium yang bervalensi tiga, sehingga setiap penggantian ion silikon oleh ion aluminium memerlukan satu ion logam alkali tanah yang monovalen atau setengah ion logam bivalen seperti Na+, K+, Cr_{2+}, Mg^{2+}, Ba^{2+} dan lain - lain, untuk menetralkan muatan listriknya. Sebagai katalis zeolit mempunyai keistimewaan berupa lama pemakaian (*life time*) yang lebih panjang bila dibandingkan dengan bahan katalis lainnya.

2.4. Kegunaan Zeolit

Zeolit alam banyak digunakan dalam berbagai bidang terutama industri, pertanian, peternakan dan lain - lain. Penggunaan dan pemanfaatan zeolit pada umumnya didasarkan pada sifat fisik dan kimia zeolit seperti penyerap, penukar kation dan katalis. Penggunaan zeolit itu sendiri banyak digunakan pada :

2.4.1. Bidang Pertanian

Zeolit selain memiliki kemampuan sebagai mineral penukar kation juga memiliki daya tahan yang tinggi untuk menahan ion amonium dan kalium yang terdapat didalam air. Sehingga penggunaan zeolit dapat meningkatkan sifat - sifat fisika dan kimia tanah terutama tanah yang mengandung pasir dan sedikit aluminium sulfat serta tanah podzolik. Penggunaan zeolit dibidang pertanian terutama untuk jenis klinoptilolit sudah banyak menunjukkan hasil berupa peningkatan ketersediaan unsur nitrogen didalam tanah sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Hal ini disebabkan adanya efek zeolit terhadap kapasitas penyerapan (*adsorpsi*) dan penyimpanan (*retensi*) amonium dan kalium, dalam bidang pertanian digunakan juga sebagai media pembawa racun serangga (pestisida) dan pembasmi jamur (fungisida). Selain hal tersebut karena sifat permukaan sangat mudah menyerap kation - kation logam berat seperti Cd, Pb dan Zn, maka logam - logam tersebut akan terserap oleh zeolit dan tidak dikonsumsi oleh akar tumbuhan sehingga tidak akan meracuni tanaman karena kandungan logam berat yang ada. Dengan kondisi tanah tersebut maka zeolit berperan penting sebagai penggembur tanah, pembawa pupuk, pengatur pelepasan pupuk dalam tanah serta pengatur cadangan air. Zeolit yang

sesuai untuk pertanian adalah yang berjenis klinoptilolit. Zeolit jenis ini telah memperlihatkan hasil yang cukup baik antara lain;

- Meningkatkan persediaan unsur nitrogen dalam tanah yang sangat diperlukan tanaman
- Membantu pertumbuhan tanaman
- Meningkatkan hasil panen

Salah satu kegunaan zeolit dalam bidang pertanian adalah pada pembuatan pupuk kandang zeolit yang merupakan campuran (komposit) antara pupuk kandang (yang (dekomposisi) dengan mineral zeolit. Pupuk kandang zeolit ini memiliki sifat lebih dari pupuk organik pada umumnya yaitu mempunyai rata - rata C/n yang rendah dan pertukaran kation yang tinggi. Dengan pupuk ini, pemakaian unsur pupuk dapat lebih lama karena adanya zeolit sehingga tanaman dapat mengkonsumsi pupuk lebih lama.

2.4.2. Bidang Peternakan

Dalam bidang peternakan, zeolit juga digunakan sebagai "*food supplement*" pada ternak ruminansia dan non-ruminansia masing-masing dengan dosis 2.5 - 5% dari rasio pakan perhari yang dapat meningkatkan produktivitas baik susu, daging dan telur, laju pertumbuhan serta memperbaiki kondisi lingkungan kandang dari bau yang tidak sedap. Dalam bidang peternakan zeolit digunakan sebagai imbuh makanan ternak terutama ayam, domba, babi dan binatang - binatang pemamah biak lainnya. Penggunaan didasarkan pada sifat zeolit sebagai pengikat ion NH_4 yang berasal dari amonia dan sifat afinitas terhadap ion - ion yang bersifat racun. Penambahan bubuk

mineral zeolit dari jenis klinoptilolit dan mordenit sekitar 10% dari berat jatah makan normal, akan menghasilkan peningkatan berat badan dan kesehatan ternak sekitar 20% dari keadaan normal (PPPTM, 1996). Keuntungan lain adalah dapat mengurangi kelembaban kotoran hingga 52% sehingga dapat meningkatkan tingkat kesehatan lingkungan ternak dan mengurangi bau amonium yang dihasilkan oleh ternak (tabel 2.2).

Tabel 2.2. Sifat dan Jenis Mineral Zeolit dalam Berbagai Kegunaan (Sarno Harjanto, 1978)

No	Penggunaan	Sifat yang diutamakan	Mineral yang diutamakan
1	Makanan Ternak	Kandungan zeolit tinggi, KTK tinggi, Toxic elemen dan garam terlarut rendah	Klinoptilolit dan Mordenit
2	Penyerap Bau	Kandungan zeolit tinggi, daya serap NH_3 dan KTK tinggi	Klinoptilolit, Mordenit, Khabazit
3	Pengelolaan air Perikanan	Kandungan zeolit tinggi, KTK tinggi, tak mengandung racun ikan	Klinoptilolit
4	Peningkatan mutu tanah dan kompos	Kandungan zeolit tinggi, KTK tinggi, Toxic elemen dan garam terlarut rendah	Klinoptilolit, Mordenit
5	Penyerap Gas	Kandungan zeolit tinggi, stabil terhadap panas dan terhadap dehidrasi	Khabazit, Mordenit, Erionit
6	Pemisah gas	Kandungan zeolit tinggi, stabil terhadap panas dan terhadap dehidrasi	Khabazit, Mordenit
7	Katalis	Kandungan zeolit tinggi, stabil terhadap panas dan terhadap dehidrasi	Mordenit dengan pori yang lebar
8	Energi surya	Kandungan zeolit tinggi, cepat kehilangan air pada temperatur rendah	Khabazit, erionit Klinoptilolit, Mordenit

Dalam sektor peternakan zeolit digunakan sebagai mineral tambahan pakan ternak, terutama untuk ayam, domba dan hewan - hewan lainnya. Manfaat zeolit ini didasarkan pada sifat zeolit yang dapat mengikat ion NH_4 yang berasal dari amonia dan daya ikat terhadap ion - ion yang lainnya. Penambahan zeolit pada ransum pakan ternak dapat mengikat kelebihan NH_4 yang terkandung dalam ransum tersebut, sehingga dapat dimanfaatkan oleh bakteri untuk keperluan sintesa protein sesuai dengan kebutuhan. Dengan pemanfaatan protein oleh ternak lebih efisien maka petumbuhan dan produksi ternak semakin meningkat.

- **Imbuh Makanan Ternak**

Cara penggunaan zeolit digerus sampai ukuran -200 mesh, bunga matahari digerus kedua bahan tersebut dicampur dengan rumput

Sebagai makanan ternak zeolit berpungsi sebagai;

- mengatur keasaman dalam sistem pencernaan, sehingga bakteri yang membantu pembentukan protein dapat bekerja lebih sempurna
- mengikat logam - logam berat yang bersifat racun seperti (Pb, As, Cd, Fe, Hg) gas - gas dan unsur - unsur lain yang tidak diinginkan
- sebagai penukar ion dan penyaring molekul, mengikat/mengatur kebutuhan amoniak NH_4, ion N secara efektif sehingga dapat meningkatkan efektifitas proses pencernaan.

Tabel 2.3. Spesifikasi Kimia Zeolit Untuk Makanan Ternak (PPTM,1996)

Parameter	Prosentase (%)
Analisis kimia:	
- SiO_2	64,5
- Al_2O_3	11,95
- Fe_2O_3	0,45
- MgO	0,13
- TiO_2	0,32
- CaO	1,21
- Na_2O	4,22

2.4.3. Bidang Perikanan

Pemanfaatan zeolit dalam bidang perikanan adalah sebagai pengontrol amonium (ion NH_4) yang terdapat dalam tambak atau kolam ikan dan udang. Amonium tersebut berasal dari kotoran ikan atau udang, sisa makanan yang membusuk dan zat - zat yang terdapat pada dasar kolam atau ternak. Disini zeolit berfungsi untuk mengatasi polusi yang ditimbulkan oleh aminum dan ion - ion lainnya sehingga tingkat kehidupan ikan atau udang semakin baik / tinggi. Dalam hal fauna laut, zeolit berperan sebagai pengontrol pH air dan penyerap NH_3NO_3- dan H_2S, filter air masuk ke tambak, pengontrol kandungan alkali, oksigen dan perbaikan lahan dasar tambak melalui penyerapan logam berat Pb, Fe, Hg, Sn, Bi dan As. Selektivitas penyerapan ion sangat penting ditentukan mengingat kompleksnya komposisi kimia air (air tanah,

permukaan, air limbah) yang diperlakukan terhadap zeolit baik dalam penggunaannya pada bidang pertanian dan lingkungan.

2.4.4. Bidang Industri

Zeolit dapat digunakan pada berbagai industri seperti industri kertas, kayu lapis, minyak kelapa sawit, plastik, cat, lem dan bahan bangunan semen pozolan. Pada industri kertas dan kayu lapis zeolit digunakan sebagai bahan pengisi (filler), dalam hal ini zeolit berfungsi untuk menggantikan kaolin atau kalsium karbonat dan kertas yang akan dihasilkan akan mempunyai sifat yang lebih baik dari pada memakai kaolin atau jenis lempung lainnya. Pada industri kayu lapis zeolit digunakan dalam bentuk pasta yang berfungsi sebagai pengisi dari perekat sebelum dilakukan penekanan dan pemanasan. Kemampuan zeolit sebagai bahan penyerap memungkinkan penggunanya dalam pengeringan dan pemurnian gas (gas methan, gas lain) penyerapan nitrogen dari udara dalam produksi gas oksigen dan pengeringan gas freon. Pada umumnya gas methan terbentuk dari pembusukan sampah dan kotoran binatang. Dalam hal ini zeolit akan menyerap CO_2 dan belerang yang terkandung dalam gas methan atau gas alam sehingga gas yang dihasilkan menjadi murni. Pada industri semen pozolan zeolit mengandung ikatan alumina silikat mudah digantikan oleh unsur aluminium dengan demikian ion silikat yang tergantikan oleh unsur aluminium akan membentuk ikatan silika bebas yang menjadi faktor penentu mutu semen pozoland.

- **Industri kertas**

Tabel. 2.4. Spesifikasi Kimia Zeolit Untuk Industri Kertas

No	Parameter	Prosentase (%)
1	**Analisis kimia:**	
	- SiO_2	55-56
	- Al_2O_3	28-30
	- Fe_2O_3	0,5
	- CaO, MgO	2
	- TiO_2	0,03
	- Na_2O	0,05
	- K_2O	7
	- LOI	6-7
2	**Analisis fisika**	
	- Ukuran butir : 300 mesh	0,05
	+ 10 mesh	25
	- 5 mesh	54
	- Kecerahan	70-73
	- pH	9,1-9,3

- Industri Pengeringan

- Jenis zeolit ; Klinoptilolit
- Ukuran butir ; 3,5 mm
- Pengaktifan ; Pemanasan pada temperatur 600^0C
- Volume penyerapan uap air ;12% berat

2.4.5. Pelestarian Lingkungan

Sesuai dengan sifatnya zeolit yang dapat digunakan sebagai penghilang bau, penghilang warna atau pengontrol polusi. Sebagai penukar kation, zeolit dapat digunakan untuk mengatasi polusi yang disebabkan oleh air limbah industri karena mampu mengurangi konsentrasi amonium yang terkandung dalam air. Kemampuan zeolit dalam menyerap gas CO_2 dan meningkatkan konsentrasi oksigen terutama jenis mordenit memungkinkan pula penggunaannya untuk mengatasi pencemaran udara. Dengan aktivasi secara kimiawi dengan NaOH dan H_2SO_4 zeolit digunakan untuk mengolah air sungai guna mendapatkan air bersih. Selain itu dapat digunakan sebagai bahan penukar / menangkap logam besi dan mangan yang terdapat dalam air, Adanya besi dan mangan dalam air dengan jumlah besar sangat merugikan didalam penggunaannya baik untuk keperluan rumah tangga maupun untuk keperluan industri.

- Pemurnian Udara / Oksigen

- Jenis zeolit ; Mordenit
- Pengaktifan ; Pemanasan pada temperatur 500-600 ^{0}C
- Ukuran butir ; -3+8 mesh
- Kekerasan ; Tinggi

- Pengontrol Limbah

a. Limbah Radioaktif

- Jenis zeolit ; Klinoptilolit
- Unsur yang diserap ; Cesium, Stronsium
- Ukuran butir ; 20-50 mesh

b. Limbah Rumah Tangga

- Jenis zeolit ; Klinoptilollit
- Unsur yang diserap ; - NH_4 (amoium)

- logam berat

- Ukuran butir ; 20-50 mesh

c. Penangkapan Gas SO_2

Pada cerobong asap pabrik asam sulfat dan PLTU batubara

- Jenis zeolit ; Klinoptilolit
- Daya serap ; 200mg SO_2 zeolit pada kondisi statik
- Pengaktifan ; Pemanasan pada temperatur 500-600 ^{0}C
- Ukuran butir ; 50-85 mesh

d. Limbah Peternakan

- Jenis zeolit ; Klinoptilolit
- Unsur yang diserap ; NH_4 (amonium)
- Ukuran butir ;100 mesh

Sebagai bahan pengolah air perikanan dengan penambahan zeolit dapat berfungsi untuk;

- mengurangi kandungan amoniak dalam air, sehingga dapat menurunkan tingkat kematian atau memperpanjang daya tahan hidup bibit ikan dan udang
- pemakaian zeolit aktif dalam takaran tertentu berpengaruh positif terhadap pertumbuhan ikan dan udang

2.4. Metode perhitungan Cadangan

Konsep perhitungan cadangan merupakan suatu faktor yang paling penting dalam suatu proses penghitungan cadangan, sehingga konsep tersebut haruslah jelas dan dimengerti dengan baik sebelum melakukan penghitungan sendiri. Didalam proses perhitungan cadangan mineral, ada jenis-jenis endapan mineral yang mempunyai

resiko kesalahan tinggi dan ada pula jenis-jenis endapan mineral yang mempunyai resiko kesalahan rendah.

a. Jenis endapan Vein, terbentuk setelah pembentukan batuan samping, mineral terdapat dalam bentuk “spot”, tersebar tidak merata, tidak memperlihatkan tendency geometrik, sulit dievaluasi (memiliki resiko tinggi), cadangan biasanya berskala kecil.
b. Jenis endapan Strataform, terbentuk bersamaan (contemporaneous) dengan pembentukan batuan samping, areal uniformity dan lateral presistence lebih luas, lebih mudah dievaluasi, cadangan biasanya berskala besar.
c. Jenis endapan Massive / dessiminated / porphyry, terbentuk bersamaan dengan pembentukan batuan pembawa mineral, penyebaran kadar kompleks, kadar sulit dievaluasi (resiko tinggi), cadangan biasanya berskala besar.
d. Jenis-jenis endapan lain seperti endapan surficial, evaporite dan batubara, karena geometri dan kadarnya kurang kompleks, mempunyai resiko kesalahan yang lebih kecil dalam perhitungan cadangannya.

Endapan alluvial / stream channel sering memperlihatkan geometri penyebaran mineral yang kompleks sehinggan sulit dievaluasi.

2.4.1. Metode Konvensional

Pada metode ini tidak cocok menggunakan aritmatik sederhana dan “simple concept of extension” dan paling banyak dipakai pada masa-masa sebelum era komputerisasi sebab dapat dikerjakan secara manual tanpa bantuan komputer. Pada metode

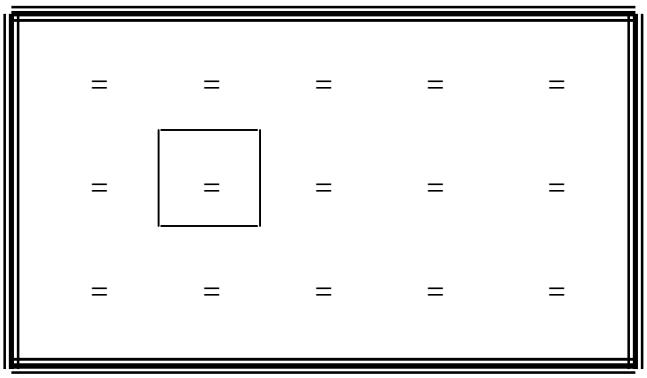
konvensional dalam perhitungan cadangan dibagi lagi menjadi beberapa metode, yaitu :

a. Metode Poligon (*area of influence*)

Pada metode ini semua faktor ditentukan untuk suatu titik tertentu pada endapan mineral, dieksistensikan sejauh setengah jarak dari titik-titik di sekitarnya yang membentuk suatu daerah pengaruh (*area of influence*). Batas daerah pengaruh terluar dari poligon bisa hanya sampai pada titik-titik bor terluar saja (*included area*) atau dieksistensikan sampai sejauh setengah jarak (*extended area*).

Metode *Area of Influence* untuk perhitungan cadangan dilakukan sebagai berikut :

1. Untuk setiap lubang bor ditentukan suatu batas daerah pengaruh yang dibentuk oleh garis-garis berat antara titik terdekat disekitarnya.
2. Masing-masing daerah / blok diperlukan sebagai poligon yang mempunyai kadar dan ketebalan yang konstan yaitu sama dengan kadar dan ketebalan titik bor di dalam poligon tersebut.
3. Cadangan endapan diperoleh dengan menjumlahkan seluruh tonase tiap blok / poligon, sedangkan kadar rata-ratanya dihitung memakai pembobotan tonase



Gambar. 2.1. Pola Lubang Bor Yang Teratur

BAB III

TATANAN GEOLOGI

3.1.Geomorfologi Daerah Penelitian

Geomorfologi adalah salah satu cabang dari ilmu geologi yang mengulas tentang kenampakan roman muka bumi. Roman muka bumi itu sangat dikontrol oleh litologi, struktur dan proses yang bekerja pada daerah tersebut. Pembagian satuan geomorfologi daerah penelitian didasarkan atas genesa dan proses - proses yang membentuk serta aspek morfometri. Genesa dan proses yang membentuk suatu satuan bentang alam yang tercermin dalam pola dan bentuk bentang alam itu sendiri. Bentuk- bentuk bentang alam dan sifatnya dapat ditentukan dari pola kontur pada peta topografi dan hasil pengamatan dilapangan. Pola kontur yang jarang mencerminkan bentuk morfologi daerah yang landai hal tersebut menggambarkan litologi yang dominan penyusunnya berupa batuan seragam atau sedimen, begitu pula bentuk morfologi yang terjal akan tercermin dengan kondisi pola kontur yang rapat dan biasanya tersusun oleh litologi yang keras berupa batuan beku dan batuan metamorf, batuan tersebut merupakan batuan yang relatif tahan terhadap pelapukan.

Aspek morfometris menyangkut relief suatu bentuk bentang alam yang ditentukan oleh beda ketinggian dan kecuraman lereng, dari bentuk - bentuk bentang alam tersebut, beda tinggi dan kecuraman lereng dapat ditentukan dengan melakukan pengukuran sayatan yang dibuat pada peta topografi dan dikombinasikan dengan

kenyataan hasil pengamatan dilapangan. Kondisi geomorfologi daerah penyelidikan dengan didukung data morfologi regional ditunjukkan oleh adanya penjajaran punggung bukit yang berarah Baratlaut – Tenggara, dibagian Barat terdapat dataran alluvial yang luas merupakan blok yang turun dimana sungai Toru mengalir ke arah Selatan. Mempertimbangkan hal tersebut diatas dan mengacu pada klasifikasi dari William D.Thornbury, (1969), Maka daerah penelitian dapat dibedakan menjadi satuan geomorfik pegunungan dan satuan geomorfik dataran.

Tabel.3.1. Klasifikasi Satuan Geomorfik William D.Thornbury, (1969)

Satuan geomorfik	Sub satuan geomorfik	Pemerian
Pegunungan	Plateu	Peneplain, messa dan bute
	Kubah (Dome)	Hogback, kuesta, batholite, lakolite
	Pegunungan lipatan	Antiklin dan sinklin
	Pegunungan bongkah	Gawir sesar, blok pegunungan
Struktur sesar		Triangular facet, graben dan horst
Topografi karst		Dolena, sinkhole, stalagtit dan stalagmit
Vulkanik		Lahar, caldera, plug dome, lava plain, lahar vulkanik
Dataran	Dataran aluvial	Dataran pantai, dataran banjir, aluvial fan, gosong, lagoon dan dataran danau
	Dataran glacial	Morena dan eskor

3.1.1.Satuan Morfologi Pegunungan

Satuan ini memperlihatkan penjajaran punggung perbukitan yang berarah Baratlaut – Tenggara, umumnya terletak dibagian Timur menempati sekitar 75% luas daerah penelitian dengan kemiringan lereng adalah 6 sampai 50 dan ketinggian 520 meter sampai 1118 meter dari permukaan air laut. Adanya penjajaran dari punggung punggung perbukitan tersebut mencerminkan suatu gejala tektonik (gaya endogen) yang bekerja didaerah penelitian tersebut, hal ini menyebabkan terbentuknya struktur sesar dan kekar. Sedangkan kenampakan bentang alam yang sekarang ini lebih mencerminkan dominasi gaya - gaya eksogen yakni proses geomorfologi berupa pelapukan, longsoran, erosi dan beberapa aktivitas manusia.

Foto 3.1. Satuan Morfologi Pegunungan didaerah Penelitian

3.1.2. Satuan Geomorfologi Dataran

Kenampakan dari satuan dataran ini ditunjukkan oleh permukaan yang relatif datar yang dikontrol oleh aktivitas sungai, bila air sungai banjir akan menggenang daerah sekitarnya. Daerah penelitian mempunyai kemiringan lereng 0^{0} sampai 5^{0} dengan ketinggian rata - rata 424 meter sampai 472 meter dari permukaan laut. Satuan Dataran ini terletak dibagian Barat dan menempati 25 % dari luas daerah penelitian meliputi daerah Roben, Sibulan - bulan, Sibulantonga dan sungai Toru yang umumnya merupakan areal persawahan. Satuan dataran ini disusun oleh endapan alluvial dan kenampakan morfologi yang sekarang ini mencirikan dominan proses sedimentasi.

3.2. Pola Aliran

Sungai - sungai yang terdapat didaerah penelitian mengalir dipermukaan bumi, yaitu sungai Toru, Aek Nabara, Aek Simajambu, Aek Sibadingin dan Aek Rau. Dalam pembahasan ini akan dikelompokkan menjadi dua kelompok besar, dimana masing masing mempunyai tingkat perkembangan yang relatif sama.

- Sungai Toru merupakan sungai besar yang alirannya konstan sepanjang tahun, bentuk lembah sungai relatif lebar dan menunjukkan stadia sungai pada tahap lanjut (stadia dewasa) dimana domina yang bekerja adalah erosi horizontal, hal ini dicirikan oleh arah aliran yang berkelok - kelok, sungai ini mengalir dari arah Utara ke Selatan.

- Aek Nabara, Aek Sibadingin, Aek Simajambu dan Aek Rau merupakan sungai kecil yang mengalir pada musim penghujan. Air sungai akan mengalir dengan deras dan mengerosi pada dasar lembah sehingga lembah menjadi dalam yang memperlihatkan bentuk lembah yang sempit dan terjal sehingga sungai ini digolongkan kedalam stadia sungai muda menuju dewasa yang ditandai dengan adanya erosi vertikal yang dominan. Sungai - sungai ini relatif mengalir dari arah Timur ke Barat dan bermuara pada ke sungai Toru.

Foto.3. Stadia Sungai Toru yang Berstadia Dewasa

3.3. Stratigrafi Daerah Penelitian

Stratigrafi merupakan bagian dari ilmu geologi yang mengulas tentang batuan berupa lapisan batuan, hubungan satuan batuan, dan komposisi dari batuan tersebut. Aldiss, dkk (1982), membuat uraian mengenai stratigrafi regional baik peristilahan maupun

penggolongan lithostratigrafi regional daerah Padang Sidempuan dan sekitarnya. Berdasarkan ciri - ciri dan keadaan litologi yang tersebar di daerah Sumatera Utara, maka dikategorisasi kedalam Kelompok, Formasi dan Anggota. Penyusunan stratigrafi daerah penelitian di dasarkan pada konsep litostratigrafi yang dikembangkan dalam Sandi Stratigrafi Indonesia, (1996). Penamaan dan pengelompokan satuan batuan mengikuti cara – cara penamaan satuan litostratigrafi tidak resmi yang bersendikan pada kenampakan litologi yang paling dominan dalam urutan stratigrafi. Daerah penelitian termasuk kedalam Cekungan Sumatera Utara dengan litologi penyusunnya satuan batupasir kuarsa dan endapan aluvial.

3.3.1.Satuan Batupasir Kuarsa

Penamaan satuan ini didasarkan pada batuan penyusun yang dominan yaitu batupasir kuarsa, warna abu - abu hingga putih kecoklatan, tekstur klastik, ukuran butir kasar hingga - halus, sortasi sedang hingga buruk, kompak dengan pelapukan cukup lanjut dibeberapa tempat dijumpai perlapisan dengan arah N 285^0 / 5^0 E dan adanya laminasi. Komposisi mineral dominan disusun oleh kuarsa dan mineral biotit, piroksin dan horblende. Pada satuan ini terdapat sisipan batulempung dan setempat - setempat dijumpai zeolit dan lempung. Batulempung berwarna abu - abu, berbutir halus, bersifat plastis memperlihatkan struktur laminasi, berlapis dengan ketebalan 0,5 – 1,5 meter. Sedangkan Zeolit berwarna kehijauan dan kecoklatan karena pengaruh oksida besi, berbutir halus, kompak, tebal singkapan 4 – 5 meter, tebal tanah penutup 1 -1,5 meter. Pada singkapan zeolit tersebut dijumpai fragmen basalt

yang berwarna hitam, kompak dan keras dengan diameter beberapa cm hingga 0,5 meter yang memperlihatkan bekas lubang - lubang gas.Satuan batupasir kuarsa termasuk kedalam formasi Sihapas yang berumur Miosen Awal. Peyebarannya satuan ini menempati 70% dari luas daerah penelitian dan terletak dibagian tengah memanjang Baratlaut – Tenggara meliputi daerah, Aek Rao, Sialang, Sibadingin, Hutapadang dan Simajambu.

Foto.3.1. Singkapan batupasir Daerah Aek Rao

3.3.2. Satuan Alluvial

Proses terbentuknya alluvial ini merupakan hasil pelapukan batuan dan erosi batuan yang sudah ada sebelumnya, kemudian diendapkan pada tempat - tempat yang rendah seperti sungai dan danau. Proses tersebut berlangsung hingga sekarang sehingga satuan alluvial merupakan satuan yang mempunyai umur termuda dan menutupi secara tidak selaras dengan satuan yang terletak dibawahnya. Satuan alluvial yang terdapat didaerah penelitian berukuran kasar hingga halus berupa kerakal, pasir dan lempung yang sifatnya lepas (tidak terkonsolidasi). Penyebaran satuan ini menempati 30% dari luas daerah penelitian dan terdapat pada bagian Barat yang ditempati sebagai perkampungan dan persawahan.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1. Eksplorasi Zeolit

Eksplorasi zeolit merupakan suatu kegiatan yang berakhir pada estimasi atau perkiraan besarnya cadangan endapan zeolit. Pekerjaan yang dilakukan dalam eksplorasi zeolit ini meliputi pemetaan geologi, pembuatan sumur uji / pemboran dan analisis laboratorium geokimia.

4.1.1.Pemetaan Geologi

Pemetaan dilakukan untuk mengetahui seberapa luas penyebaran endapan zeolit, kemudian menentukan batas - batas satuan litologi, jenis satuan batuan dan kondisi dilapangan secara real (lampiran Peta Sebaran Zeolit). Sebelah Utara, Timur dan Selatan daerah penelitian di desa Sukamaju Kecamatan Simangumban merupakan perbukitan yang ditumbuhi oleh tanaman perkebunan rakyat seperti tanaman karet, kopi serta tumbuhan tahunan lainya sepeti durian, petai, nangka dan pisang, sedangkan sebelah Barat dari daerah penelitian merupakan dataran yang merupakan daerah persawahan penduduk. Endapan zeolit yang diteliti terletak didaerah perbukitan sedang, tersingkap dipinggir jalan raya antara Sarulla – Sipirok, persis mulai dari 1 Km setelah jembatan sungai Aek Puli pada perbatasan desa Sukamaju, kecamatan Simangumban yang diduga memanjang arah Utara ke Selatan sepanjang 1 Km. Luas penyebaran kearah Timur dari Jalan Raya 500 meter, sedangkan sebelah

Barat batuannya terdiri dari endapan aluvial. Tebal endapan yang teramati diperkirakan 5 meter, sedangkan dibeberapa tempat ditutupi oleh lapisan tanah penutup yang tebal.

Melihat kenampakan kondisi dilapangan bentuk daripada endapan ada yang berbentuk lensa. Umumnya lokasi dimana endapan berada merupakan semak belukar dan sebagian kecil kebun rakyat. Secara megaskopis endapan zeolit didaerah Simangumban berwarna putih kehijauan - hijauan, berbutir halus, kompak dan keras dengan bentuk pecahan sub koncoidal. Pada bidang belahannya telah mengalami oksidasi sehingga memberikan kenampakan warna kemerah - merahan. Pada jalan raya Tarutung – Sipirok terdapat singkapan endapan zeolit pada dua lokasi penggalian yang dilakukan oleh penduduk yaitu antara Km 108 – hingga 109. Berdasarkan hasil pemetaan geologi ini juga dilakukan untuk pembuatan sumur uji / pemboran. Berikut ini merupakan kenampakan sifat - sifat fisik endapan zeolit secara megaskopis yang dijumpai dilapangan adalah,

Warna segar	: Putih kehijau – hijauan
Cerat	: Putih
Kekerasan	: 1 – 2
Kilap	: Tanah
Sifat dalam	: Rapuh
Bentuk kristal	: Amorf
Sifat lain	: Ringan, kompak dan padat
Pecahan	: Konciodal

Foto.4.1. Singkapan Endapan Zeolit didaerah Ambar

4.1.2. Pemboran

Untuk mengetahui ketebalan lapisan endapan zeolit dan variasinya dilakukan dengan pemboran, hasil pemboran diharapkan dapat diketahui tebal lapisan endapan zeolit. Alat bor yang digunakan adalah *hand Auger bor* atau bor tangan, dengan mata bor spiral diameter 4 inchi. Tenaga kerja pemboran sebanyak 4 orang dengan memakai tenaga kerja setempat. Pekerjaan pemboran dilakukan dengan pengamatan sampel setiap 40 cm kedalaman karena panjang spiralnya 40 cm. kendala yang dihadapi dalam pelaksanaan pemboran adalah menembus lapisan lempung karena bornya macet, disamping itu apabila pemboran menembus lapisan berpasir, contohnya akan terlepas kembali dari mata bor sehingga tidak akan mendapatkan sampel.

Gbr.4.2. Pemboran endapan zeolit didaerah Sukamaju

Berdasarkan hasil pemboran yang dilakukan di 6 titik bor yang dilakukan dari 9 titik bor yang direncanakan pada daerah penelitian didapatkan ketebalan yang bevariasi, hal ini disebabkan keadaan morfologi daerah penelitian relatif tidak seragam (bergelombang). Kedalaman yang dapat dicapai hanya 8 meter karena lebih dari 8 meter dengan tenaga 4 orang pemboran tidak dapat diteruskan.

4.1.3. Pehitungan Cadangan

Perhitungan cadangan endapan zeolit didaerah Simangumban dilakukan dengan menggunakan metode *Cross section methode*, dimana penampang-penampang dengan perhitungannya diperoleh dari data bor. Luas penampang diukur dengan metode planimeter. Rumus perhitungan cadangan yang digunakan adalah:

$$V = \frac{L1 + 4L2 + L3}{6} XD$$

Dimana :

V = volume dalam (M^3)

L1 = Luas penampang pertama (M^2)

L2 = Luas penampang kedua (M^2)

L3 = Luas penampang ketiga (M^2)

D = Jarak antara penampang pertama dengan penampang ketiga

Jumlah penampang ada 6, yang berarah Barat – Timur. Adapun luas masing masing penampang adalah sebagai berikut:

- Luas penampang 1= 1.000 m^2
- Luas penampang 2 = 3.600 m^2
- Luas penampang 3 = 2.800 m^2
- Luas penampang 4 = 1.000 m^2
- Luas penampang 5 = 2.800 m^2
- Luas penampang 6 = 1.000 m^2

Dengan menggunakan rumus perhitungan cadangan seperti tersebut diatas maka cadangan endapan zeolit yang adalah sebagai berikut:

$$VolumeBlok\ I = \frac{1.000 + 4(3.600) + 2.800}{6} X\ 400 = \frac{18.200}{6} X\ 400 = 1.213.333 m3$$

$$VolumeBlok\ II = \frac{2.800 + 4(1000) + 2.800}{6} X\ 400 = \frac{9.600}{6} X\ 400 = 640.000 m3$$

$$VolumeBlok\ III = \frac{2.8004(1000) + 0}{6} X\ 400 = \frac{6.800}{6} X\ 400 = 453.333 m3$$

Jumlah Volume keseluruhan = **2.306.666 m3**

Apabila diambil rata - rata berat jenis zeolit 1,81, maka besar cadangan endapan zeolit adalah :

Tonage = 2.306.666 X 1,81

= 4.170.065, 46 ton

Perhitungan cadangan ini adalah merupakan perhitungan cadangan terukur maka sebagai faktor koreksi diambil 20%, hal ini karena melihat endapan zeolit berbentuk lensa, sehingga jumlah cadangannya menjadi:

$$= {}^{80}\!/_{100}\ X\ 4.170.0665{,}46 ton$$

= 3.340.052,34 ton

dibulatkan menjadi = **3.340.000 ton**

4.2. Analisa Laboratorium

Zeolit memiliki fungsi dan kegunaan yang bervariasi, penggunaan dalam bidang industri tersebut harus memiliki spesifikasi tertentu seperti uji KTK, X-Ray dan Analisa kimia zeolit.

4.2.1. Analisis Jenis Zeolit (X - Ray Difraction)

Analisis ini menggunakan metode difraksi sinar X, yang dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Berdasarkan hasil analisis jenis mineral yang terkandung didalamnya didapatkan bahwa jenis mineralnya adalah klinoptilolit, montmorilonit, mica, feldsfar dan quartz (lampiran hasil analisis X – ray difraksi).

4.2.2. Analisis Oksida Mayor / Analisis Kimia

Analisis oksida mayor dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada Yogyakakarta, menunjukkan kandungan SiO_2 55,39-58,15% dan Al_2O_3 10,39-24,84 % (Tabel 4.1). Tingginya kandungan unsur pengotor didalam zeolit seperti Fe (1,68-2,8%) menyebabkan warna zeolit menjadi kuning kemerahan (teroksidasi). Di dalam pemanfaatannya dalam bidang industri unsur pengotor tersebut sangat tidak diharapkan sebab dapat mempengaruhi mutu dari bahan galian tersebut.

Tabel 4.1. Komposisi Kimia Zeolit

No	Komposisi kimia	Prosentase (%)
1	SiO_2	55,39-58,15
2	Al_2O_3	10,39-24,84
3	Fe_2O_3	1,68-2,80
4	Na_2O	0,17-0,39
5	K_2O	0,45-1,26

4.2.3.Kapasitas Tukar Kation

Berdasarkan hasil analisis Kapasitas tukar kation yang dilakukan pada Lab PPTM Bandung menunjukkan zeolit Simangumban memiliki KTK cukup besar (144,27 - 154,00 meq%), karena berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh PPTM Bandung zeolit daerah Bayah (Jawa Barat menghasilkan KTK sebesar 133 meq% telah dicoba untuk pertanian, peternakan dan perikanan dengan hasil dapat meningkatkan hasil produksinya. Berdasarkan hasil tersebut menunjukkan bahwa zeolit daerah Simangumban lebih baik dibandingkan dengan daerah Bayah dan jika digunakan dalam bidang industri dapat meningkatkan produksi dibidang pertanian peternakan dan perikanan.

4.3. Analisis Hasil

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan pengukuran ketebalan lapisan yang dilakukan menunjukkan bahwa zeolit daerah telitian menunjukkan ketebalan yang bervariasi, hal ini disebabkan oleh kondisi morfologi yang relatif tidak seragam (bergelombang), sedangkan jumlah cadangan zeolit pada daerah penelitian berdasarkan hasil pengeboran pada 6 titik bor yang dilakukan menghasilkan tonage **3.340.000** ton. Hasil analisis Kimia yang dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta menunjukkan zeolit daerah telitian mengandung unsur Fe yang tinggi 1,68-2,8% hal tersebut berimplikasi terhadap kondisi zeolit dilapangan seperti adanya warna kuning kemerah - merahan.

Jika dibandingkan dengan spesifikasi hasil analisis dari PPTM (zeolit Bayah) zeolit daerah Simangumban Kabupaten Tapanuli Utara sesuai / dapat dipergunakan untuk Industri Pupuk, pakan Ternak dan penyerapan limbah. Tingginya unsur pengotor tersebut dapat diminimalisir / diperkecil dengan cara aktivasi kimia dan pemanasan. Aktivasi kimia tersebut dapat menggunakan HCl (asam klorida), H_2SO_4 (asam sulfat) dimana salah satu fungsi dari aktivasi tersebut adalah untuk menangkap / menyerap ion - ion pengotor terutama kandungan unsur Fe tersebut, sehingga pada tahap awal zeolit mempunyai daya serap yang rendah namun dengan proses aktivasi kimia zeolit daerah telitian dapat ditingkatkan sehingga KTK dan daya serap semakin tinggi.

4.4. Cara Penambangan.

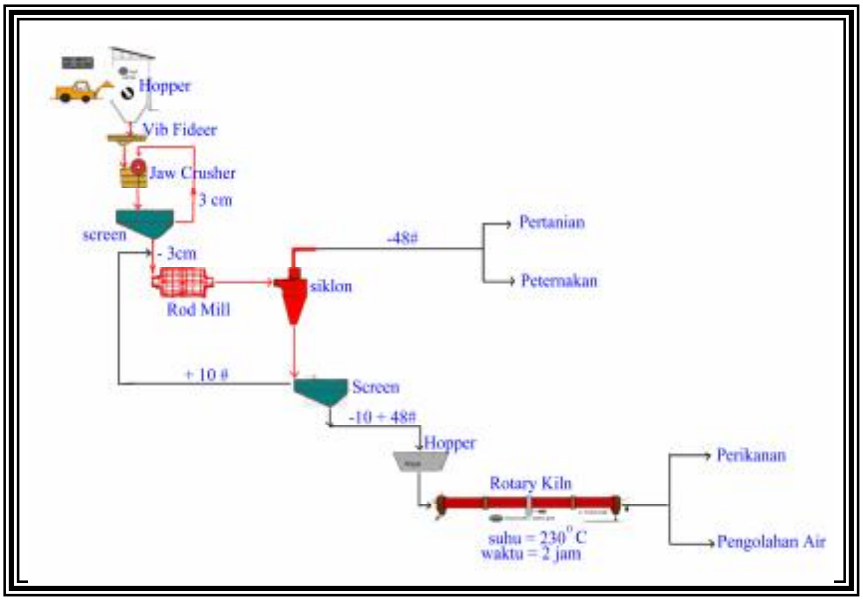
Penambangan zeolit dilakukan dengan cara tambang terbuka jenis Quarry, karena bahan galian ini terletak relatif dekat permukaan. Penggaliannya dilakukan dengan membuat jenjang (*bench*) dengan cara *Back filling* dan *Digging Methode* yaitu dengan cara menggali dan menimbun kembali daerah bekas tambang. Tahapan kegiatan penambangan zeolit terdiri dari pengupasan tanah penutup, penggalian, pemuatan dan pengangkutan. Peralatan yang digunakan dapat berupa peralatan sederhana hingga peralatan mekanis bergantung pada kapasitas produksi tambang yang diinginkan. Pengupasan tanah penutup dapat dilakukan dengan alat belincong, linggis atau alat mekanis seperti buldozer atau scraper, sedangkan pada tahap penggalian atau pembongkaran endapan zeolit ini dapat digunakan dengan linggis, cangkul, breaker atau dapat dengan peledakan. Pemuatannya digunakan dengan sekop

dan cangkul atau whell loader, shovel sedang pengangkutan menggunakan truk. Dalam penggalian lapisan tanah penutup tanah pucuk digali terlebih dahulu untuk diselamatkan dan ditimbun ditempat tersendiri. Hal ini dimaksudkan agar tanah pucuk tersebut dapat dikembalikan lagi pada lapisan atas pada timbunan daerah bekas tambang, sehingga tanah tersebut dapat ditanami kembali.

4.5. Pengolahan

Didalam proses industri zeolit banyak digunakan didalam berbagai industri. Proses pengolahan zeolit untuk dibuat menjadi penganti batubata, batu hias atau ornamen dilakukan dengan proses pemotongan menggunakan mesin potong batu untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan. Pemanfaatan zeolit dalam bentuk tepung dan butiran merupakan hasil produk pengolahan yang cukup kompleks meliputi penggilingan hingga pemurnian. Secara garis besar pengolahan zeolit hanya meliputi dua tahap, yaitu tahap preparasi (pengecilan ukuran) dan aktivasi. Tahap preparasi bertujuan untuk memperoleh ukuran produk pabrik yang sesuai dengan tujuan penggunaannya, sedangkan pemisahan zeolit dengan mineral lain yang tidak diperlukan dapat memanfaatkan perbedaan berat jenis, molekul zeolit memiliki ruang hampa molekuler yang besar sehingga memiliki berat jenis kecil. Pemisahan dapat dilakukan dengan methode basah yaitu dengan melarutkan kedalam air, zeolit akan mengendap paling akhir dibandingkan dengan mineral lain (gelas volkanik, feldsfar, piroksin, kuarsa dan lain - lain), sehingga akan berada dipaling atas. Metode kering digunakan silikon atau *dust collector* sebab dalam keadaan kering tepung zeolit akan

melayang - layang lebih lama daripada tepung mineral lainnya yang berat jenisnya lebih besar, sedangkan proses aktivasi dimaksudkan untuk pemanfaatan khusus lainnya. Proses pengolahan khusus ini dilakukan dengan cara pemanasan dan atau dengan pereaksi (NaOH dan H_2SO_4). Zeolit umumnya masih mempunyai kemampuan yang rendah baik sebagai penyerap, penyaring molekul, katalisator maupun penukar ion. Oleh karena itu perlu dilakukan proses aktivasi untuk mendapatkan / meningkatkan kualitas zeolit tersebut.



Gbr.4.1. Proses Pengolahan Zeolit

Proses aktivasi bertujuan untuk meningkatkan sifat - sifat khusus zeolit dengan cara menghilangkan unsur pengotor (mineral pengganggu) yang terkandung didalam zeolit. Ada dua cara yang umum digunakan untuk proses aktivasi zeolit yaitu cara fisik dengan pemanasan dan cara kimia menggunakan pereaksi NaOH dan H_2SO_4.

Pemanasan dilakukan dalam suatu tungku putar dengan menggunakan hembusan udara panas dengan suhu 200-400^{0}C selama 1-3 jam. Lamanya pemanasan bergantung pada besarnya kandungan unsur pengotor serta stabilitas zeolit terhadap suhu. Stabilitas ini dipengaruhi oleh jenis mineral yang terkandung didalam zeolit itu sendiri. Aktivasi secara kimia dilakukan dengan cara perendaman dan pengadukan zeolit dalam larutan asam (H_2SO_4 atau HCl) atau dalam larutan soda kautik (NaOH).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN REKOMENDASI

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dalam penelitian ini menunjukkan zeolit Simangumban Kabupaten Tapanuli Utara merupakan zeolit dengan jenis klinoptilolit. Hasil perhitungan cadangan yang dilakukan memiliki jumlah tonage **3.340.000** ton. Jika dibandingkan dengan zeolit Bayah Jawa Barat (PPTM 1996) zeolit Simangumban memiliki kualitas yang lebih baik sehingga zeolit ini dapat digunakan dalam industri pupuk, penyerap limbah dan industri makanan ternak.

Adanya mineral pengotor yang terdapat dalam zeolit sangat mempengaruhi kualitas zeolit didalam penggunaannya dalam proses industri, baik sebagai bahan baku utama maupun sebagai bahan baku tambahan. Mineral pengotor tersebut dapat diminimalisir dengan proses aktivasi kimia, sehingga penggunaan zeolit dalam proses industri dapat lebih baik dan meningkat.

5.2. Saran Rekomendasi

5.1.1. Diharapkan kepada Pemerintah Daerah Sumatera Utara dengan hasil penelitian ini dapat memberikan masukan kepada dunia usaha (investor) tentang kualitas dan kuantitas zeolit didaerah Sukamaju dan sekitarnya yang dapat digunakan dalam bidang industri terutama pupuk, perikanan dan penyerap limbah. Untuk penggunaannya didalam proses industri perlu penelitian lebih lanjut terutama prosentase komposisi mineral zeolit.dan percobaan pemanfaatannya untuk dapat digunakan sebagai bahan baku industri pupuk, makanan ternak dan penyerap limbah.

5.1.2. Berdasarkan penyelidikan yang dilakukan terhadap endapan zeolit didesa Sukamaju dan sekitarnya Kecamatan Simangumban Kabupaten Tapanuli Utara diperkirakan terdapat endapan zeolit yang berbentuk lensa sedang pemboran yang dilakukan hanya memakai bor tangan dengan kedalaman 8 meter untuk itu disaran kan perlu penelitian lebih lanjut dengan melakukan penambahan jumlah titik bor untuk mengetahui ketebalan dan penyebaran lapisan zeolit yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Aldiss, D. T., Aspden, J. A., Clarke, M. C. G., Diatma, D., Djunuddin, A., Harahap, H., Kastawa, dan Whandoyo, R., 1982, *Peta Geologi Lembar Padangsidempuan dan Sibolga, Sumatera*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Agus.S., dan Sam.P.D., 1992, *Perencanaan Alat Pengisap Udara Cemar (CO-CO_2) dengan Bahan Baku Zeolit*, Majalah Pertambangan dan Energi, Bandung.

Ariman, Suyartono, 1992, *Zeolit Sebagai Katalis*, Berita PPTM, Bandung.

Poppof, C, Consiantine, 1966, *Computing Reserves of Mineral Deposits Principles and Conventional Methods*, United State Departerment of Interior, Bireou of Mine, Seattle, Washington.

Sarno Harjanto, 1987, *Lempung, Zeolit, Dolomit dan Magnesit*, Direktorat Sumberdaya Mineral, Bandung.

Sinha, R.K, *Industrial Minerals*, Indian Bureau of Mines, Oxford & IBH Publishing Co, New Delhi, India.

Suyartono,1986, Peranan Kapur dan Zeolit dalam Pertanian, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung.

Suhala, S. dan Arifin, M., 1997, *Bahan Galian Industri*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral, Bandung

Sukandarrumidi, 1999, *Bahan Galian Industri*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.