

IDENTIFIKASI BATUAN YANG MENGANDUNG MINERAL ZEOLIT SEBAGAI AB-SORBEN LOGAM BERAT BERDASARKAN SIFAT FISIKA BATUAN DI DESA KEDUNG BANTENG KECAMATAN SUMBERMANJING WETAN KABUPATEN MALANG

Ayu Zahrotul Wahidah Winarni⁽¹⁾, Siti Zulaikah⁽²⁾ dan Abudulloh Fuad⁽²⁾
Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Malang
⁽¹⁾email: ayuzahrotul10@gmail.com

ABSTRAK

Zeolite is a mineral group of non-metallic mineral types or multi-use industrial minerals, such as absorbent, ion exchangers, molecular sieves and catalysts. Kedung Banteng, sub Sumbermanjing Wetan, Malang, zeolite minerals have been found in abundance at 3.5 million m² with an area of 12.7 ha and production reached 11,125 tons. In line with the situation, then do the research to find out where the rock layer containing zeolite minerals and the extent of absorption of the mineral zeolite held in place when used as an absorber.

The data obtained in this study is the data on the magnetic susceptibility of rocks each layer in 3 columns, with a range of values between 1.3×10^{-8} m³/kg-66, 6×10^{-8} m³/kg. In addition, data obtained from the XRF test to determine the elemental composition of these rocks, Si elements dominate the rock formation with present value of 55%. Furthermore, the test sample in SEM-EDS to determine the morphology and compound, from morphological data indicated light and dark colors on the sample surface. EDS showing indicate the distribution of Si compounds the amount of 31.50% and another compounds of impurities from the sample matrix. Type zeolite minerals contained in Kedung Bull, Malang regency type mordenite according XRD tests that have been done.

The results of these data can then confirm the location of the layers of rock containing the mineral zeolite. There can be the first layer in the study area with mordenite type zeolite minerals. And mineral zeolite can be used as an absorber (absorber) heavy metals found in the ground water and can be absorbed at 58% based on UV-Vis tests.

Keyword : Zeolite Minerals, Magnetic susceptibility, XRF, XRD, SEM-EDS, absorbent, Uv-Vis

PENDAHULUAN

Zeolite ($M_{2n}O \cdot Al_2O_3 \cdot x(SiO_2) \cdot yH_2O$) merupakan kelompok mineral jenis bahan galian non logam atau mineral industri multi guna, seperti sebagai penyerap, penukar ion, penyaring molekul dan katalisator. Pemanfaatan zeolit telah mengalami pengembangan sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk beberapa keperluan dalam berbagai bidang, antara lain industri,

pertanian, serta lingkungan, terutama untuk menghilangkan bau, karena zeolit dapat menyerap molekul-molekul gas seperti CO, CO₂, H₂S dan lainnya.

Banyaknya pemanfaatan mineral zeolit diberbagai bidang ini, sehingga perlu adanya eksplorasi mineral zeolit. Daerah-daerah yang telah diketahui banyak mempunyai sumberdaya endapan zeolit adalah Jawa Barat, Jawa Timur, dan Lampung (Eddy, 2008). Berdasarkan catatan Dinas Energi

dan Sumber Daya Mineral kabupaten Malang (2010), ditemukan mineral zeolit yang melimpah sebesar 3,5 juta m², dengan luas wilayah 12,7 ha dan produksinya mencapai 11.125 ton yang terletak di desa Kedung Banteng, kecamatan Sumbermanjing Wetan, kabupaten Malang.

Banyaknya temuan mineral zeolit di desa Kedung Banteng, kabupaten Malang tersebut, maka dalam penelitian ini akan diteliti seberapa besar tingkat kemagnetan batuan yang mengandung mineral zeolit sebagai dasar eksplorasi. Metode kemagnetan erat hubungannya atau dapat dinyatakan dengan nilai suseptibilitas magnetik dari suatu bahan atau batuan tersebut. Suseptibilitas magnet batuan adalah harga kemagnetan suatu batuan, yang erat kaitannya dengan kandungan mineral dan oksida besi. Sehingga uji yang akan dilakukan yaitu Uji Suseptibilitas Magnetik menggunakan Suseptibilitimeter (Bartington MS-2 sensor), selain itu juga dilakukan beberapa uji diantaranya XRF, SEM EDS, XRD, dan UV-Vis.

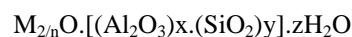
TINJAUAN PUSTAKA

1. Zeolit Alam

Zeolit (M_{2/n}O.Al₂O₃.x(SiO₂).yH₂O) merupakan mineral yang ditemukan oleh ahli mineral Swedia, Freiherr Axel Fredrick Cronstedt pada tahun 1756 di tambang tembaga Svappari, Lappmark, Swedia. Zeolit secara harfiah berasal dari kata Yunani “zein” yang berarti mendidihkan dan “lithos” yang berarti batu atau disebut juga batu mendidih. Nama ini diturunkan dari sifat mineral zeolit yang molekul airnya terdehidrasi ketika zeolit dipanaskan. Zeolit memiliki struktur berongga-rongga dengan

cairan di dalamnya yang mudah lepas sehingga memungkinkan zeolit mempunyai sifat khusus yaitu melakukan pertukaran kation, maupun penyerap senyawa kimia tertentu (sebagai absorben) dan mampu bertindak sebagai katalisator (Murat. A, et al., 2006).

Senyawa kimia zeolit merupakan suatu senyawa alumino-silikat terhidrasi, dengan unsur utama yaitu unsur alkali dan alkali tanah, yang mempunyai rumus sebagai berikut.



Dimana: M = kation yang dapat dipertukarkan

n = valensi kation yang logam

x = jumlah atom Al

y = jumlah atom Si

z = jumlah molekul air

Struktur zeolit tersusun dari unit-unit berulang terkecil berupa tetrahedral SiO₄ dan AlO₄. Ikatan antar tetrahedral terbentuk dengan pemakaian bersama oksigen oleh dua tetrahedral (*sharing* atom O), sehingga setiap tetrahedral akan berikatan dengan 4 tetrahedral lainnya karena adanya *sharing* atom O maka kerangka 3 dimensi zeolit sedikit terbuka sehingga membentuk pori ataupun rongga (Rohatin, 2011).

Jenis zeolit Na-Mordenit mempunyai kapasitas absorpsi gas nitrogen dan karbon dioksida yang lebih tinggi dari pada jenis K-mordenit dan Ca-mordenit (Eddy, 2008). Dapat dikatakan bahwa kation yang berperan dalam proses absorpsi adalah Na⁺. Selain itu zeolit mempunyai berbagai sifat diantaranya dehidrasi, penukar ion, penyaring (*sieving*), dan katalis. Dalam penelitian ini peneliti memanfaatkan salah satu sifat

yang dimiliki mineral zeolit yaitu sebagai absorben (penyaring).

Penemuan zeolit ini diketahui bahwa zeolit merupakan unsur yang terdapat di mana-mana di formasi batuan basalt dan traprock (Sand & Mumpton, 1978).

2. Sifat Kemagnetan Batuan

Setiap jenis batuan memiliki sifat dan karakteristik tertentu dalam medan magnet yang dimanifestasikan dalam parameter suseptibilitas magnetik batuan atau mineralnya (χ). Berdasarkan nilai suseptibilitas (χ) dibagi tiga kelompok jenis material dan batuan penyusun litologi bumi yang meliputi (1) diamagnetik, (2) paramagnetik, dan (3) ferromagnetik. Diamagnetik memiliki nilai suseptibilitas (χ) negatif dan kecil berkisar antara -0,005-(-0,009), Paramagnetik memiliki arah sama dengan medan luarnya sehingga harga suseptibilitas magnetiknya (χ) bernilai positif namun kecil berkisar antara 0,001-1,7, Ferromagnetik memiliki harga suseptibilitas magnetik (χ) positif dan besar berkisar antara 68850-276000 (Dearing, 1999).

3. Suseptibilitimeter

Pengukuran suseptibilitas dapat diukur dengan suseptibilitimeter. Salah satunya, yaitu Bartington magnetik suseptibilitimeter model MS2B. Sensor-sensor Bartington MS2B Magnetik Suseptibiliti meter dioperasikan berdasarkan prinsip induksi arus bolak-balik. Alat ini adalah sirkuit elektromagnetik yang bekerja dengan mendeteksi perubahan induktansi ketika sampel ditempatkan dalam kumparan atau solenoid (Bijaksana, 2002).

Nilai suseptibilitas mineral dan batuan ditunjukkan dalam tabel berikut.

(sumber: Telford, M.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. 1991. Applied Geophysics, second edition. USA: Cambridge University Press)

Type	Susceptibility $\times 10^2$ (SI)	
	Range	Average
<i>Sedimentary</i>		
Dolomite	0-0.9	0.1
Limestones	0-3	0.3
Sandstones	0-20	0.4
Shales	0.01-15	0.6
Av. 48 sedimentary	0-18	0.9
<i>Metamorphic</i>		
Amphibolite		0.7
Schist	0.3-3	1.4
Phyllite		1.5
Gneiss	0.1-25	
Quartzite		4
Serpentine	3-17	
Slate	0-35	6
Av. 61 metamorphic	0-70	4.2
<i>Igneous</i>		
Granite	0-50	2.5
Rhyolite	0.2-35	
Diorite	1-35	17
Augite-syenite	30-40	
Olivine-diabase		25
Diabase	1-160	55
Porphyry	0.3-200	60
Gabbro	1-90	70
Basalts	0.2-175	70
Diorite	0.6-120	85
Pyroxenite		125
Peridotite	90-200	150
Andesite		160
Av. acidic igneous	0-80	8
Av. basic igneous	0.5-97	25
<i>Minerals</i>		
Graphite		0.1
Quartz		-0.01
Rock salt		-0.01
Anhydrite, gypsum		-0.01
Calcite	-0.001 - -0.01	
Coal		0.02
Clays		0.2
Chalcopyrite		0.4
Sphalerite		0.7
Cassiterite		0.9
Siderite	1-4	
Pyrite	0.05-5	1.5
Limonite		2.5
Arsenopyrite		3
Hematite	0.5-35	6.5
Chromite	3-110	7
Franklinite		430
Pyrrhotite	1-6000	1500
Ilmenite	300-3500	1800
Magnetite	1200-19200	6000

4. X-Ray Floresensi (XRF)

X-Ray Floresensi (XRF) alat yang digunakan untuk analisis unsur dalam bahan secara kualitatif dan kuantitatif. Prinsip kerja metode analisis XRF berdasarkan terjadinya tumbukan atom-atom pada permukaan sampel (bahan) oleh sinar-X dari sumber sinar-X. Hasil analisis kualitatif dilakukan untuk menganalisis jenis unsur yang terkandung dalam bahan, dan analisis kuantitatif dilakukan untuk menentukan konsentrasi unsur dalam bahan.

5. SEM-EDS

Elektron memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada cahaya. Cahaya hanya mampu mencapai 200nm sedangkan

elektron bisa mencapai resolusi sampai 0,1 – 0,2 nm dengan menggunakan elektron bisa mendapatkan beberapa jenis pantulan yang berguna untuk keperluan karakterisasi. SEM juga dilengkapi Energy Dispersive Spectroscopic (EDS) berfungsi untuk menganalisis unsur dan mengetahui senyawa yang terkandung di dalam spesimen uji. Analisis menggunakan EDS hanya bisa dilakukan pada sebuah titik saja sehingga tidak bisa mewakili komposisi kimia dari spesimen secara keseluruhan.

6. Difraksi Sinar-X (XRD)

Prinsip dari *X-ray Diffractometer* (XRD) adalah difraksi gelombang sinar X yang mengalami penghamburan (*scattering*) setelah bertumbukan dengan atom kristal. Pola difraksi yang dihasilkan merepresentasikan struktur kristal. Jenis material dapat ditentukan dengan membandingkan hasil XRD dengan katalog hasil difraksi berbagai macam material. Metode yang biasa dipakai adalah memplot intensitas difraksi XRD terhadap sudut difraksi 2θ .

7. Spektrofotometri UV-Vis

Prinsip kerja spektrofotometri berdasarkan hukum Lambert Beer, bila cahaya monokromatik melalui suatu media (larutan), maka sebagian cahaya tersebut diserap, sebagian dipantulkan, dan sebagian lagi dipancarkan. Larutan yang dianalisis diukur berdasarkan serapan sinar ultra violet atau sinar tampaknya.

Beberapa warna yang diamati dan warna komplementernya terdapat pada tabel berikut.

Tabel 2.4 Rentang Spektrum Warna

Panjang gelombang	Warna terlihat	Warna komplementer
<400	Ultraviolet	-
400-450	Violet	Kuning
450-490	Biru	Jingga
490-550	Hijau	Merah
550-580	Kuning	Ungu
580-650	Jingga	Biru
650-700	Merah	Hijau
>700	Inframerah	-

(sumber: Zysk AM .2007)

METODE

Dalam penelitian ini diawali dengan studi pustaka, pengambilan sampel di lapangan, dan diteruskan dengan uji sampel di laboratorium. Penelitian ini merujuk dari penelitian sebelumnya tentang kemagnetan batuan pada lingkungan. Peneliti akan mengukur sifat magnetik batuan yang mengandung mineral zeolit yang terdapat pada lapisan batuan.

Tahap pertama yaitu tahap pengambilan sampel dilakukan pada 4-6 lapisan dan tiap lapisan diambil 2 sampel. Sampel diambil di desa Kedungbanteng, kecamatan Sumbermanjing Wetan, kabupaten Malang.

Tahap selanjutnya melakukan pengukuran nilai suseptibilitas magnetik, menggunakan suseptibilimeter bartington (MS2B). Caranya dengan memasukkan sampel berupa batuan ke dalam *holder* yang terbuat dari bahan plastik berbentuk silinder dengan tinggi 2.2 cm dan diameter 2.5 cm (sesuai wadah standart internasional), kemudian baru diukur nilai suseptibilitas batuan tersebut.

Tahap berikutnya melakukan analisis unsur dalam bahan dengan menggunakan uji

XRF. Uji XRF dilakukan bertujuan untuk melihat kandungan unsur yang terdapat dalam sampel. Sebelum melakukan uji XRF, dilakukan penggerusan 3 jam tiap sampel. Hal ini bertujuan untuk memperkecil ukuran bulir batuan. Setelah pengujian XRF selesai, akan dilakukan uji XRD untuk mengetahui struktur kristal dan uji SEM EDS untuk mengetahui morfologi dan senyawa yang terdapat dalam batuan di tiap lapisan tersebut.

Tahap terakhir uji coba sifat absorpsi juga dilakukan dengan tujuan mengetahui tingkat daya serap batuan yang mengandung mineral zeolit tersebut terhadap larutan Fe_3O_4 100 ppm. Batuan tersebut dipecah dan ditumbuk menjadi pasir besar berdiameter sekitar 3 mm. Kemudian dilakukan pencucian sampel dengan *aquades* beberapa kali agar debu dan serbuknya yang lebih kecil hilang, setelah itu dikeringkan pada suhu ruang. Setelah kering krikil zeolit sebesar 1 gram dimasukkan kedalam botol vial, kemudian diberikan larutan Fe_3O_4 150 ml, dan dibandingkan dengan larutan Fe_3O_4 yang tidak diberikan krikil zeolit. Hasil *absorpsi* ditunggu hingga terjadi perbedaan warna, kemudian diuji UV-Vis.

PEMBAHASAN

Nilai suseptibilitas magnetik, dalam penelitian ini digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan mineral zeolit. Hasil pengukuran suseptibilitas magnetik dari masing-masing lapisan tanah di desa Kedung Banteng, kecamatan Sumbermanjing Wetan, kabupaten Malang, menunjukkan hasil yang bagus. Penelitian ini menggunakan *Bartington* MS2B untuk mendapatkan nilai suseptibilitas magnetik yang memiliki rentang nilai

bervariasi antara $1,55 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ - $66,6 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ untuk frekuensi rendah (*Low frequency*) dan $1,3 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ - $66,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ untuk frekuensi tinggi (*High frequency*). Nilai suseptibilitas yang bervariasi dikarenakan perbedaan kuantitas mineral yang ada setiap titik pengambilan sampel (Dian, 2010). Rentang nilai yang bervariasi juga diakibatkan oleh kandungan unsur yang dimiliki oleh masing-masing batuan tersebut, sehingga mempengaruhi adanya sifat magnet (Bayu, 2011).

Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik pada masing-masing lapisan, ketika diberi frekuensi rendah (*Low frequency*) dan frekuensi tinggi (*High frequency*) menunjukkan bahwa mineral zeolit terdapat pada lapisan ke 1 dan 2 pada kolom 1 dan 2. Sedangkan pada kolom 3 terdapat pada lapisan ke 1. Identifikasi ini didasarkan atas tabel suseptibilitas magnetik batuan dan mineral dari *Telford, M.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. 1991. Applied Geophysics, second edition. USA: Cambridge University Press.*

Dari semua kandungan unsur yang ditunjukkan oleh sampel, presentase unsur yang dianalisis meliputi Fe, Si, dan Al, karena ketiga unsur ini yang mendominasi dalam sampel. Dari hasil analisis uji XRF diidentifikasi keberadaan mineral zeolit pada lapisan ke 1 untuk kolom 1 dan 2, sedangkan pada kolom 3 terdapat pada lapisan ke 4, ini didasarkan bahwa senyawa alumina dan silika merupakan komponen penyusun utama zeolit (Santhy, 2008).

Uji XRD ini menunjukkan jenis dari mineral zeolit di daerah penelitian. Jenis mineral zeolit yang ditunjukkan adalah *mordeinit* dengan rumus kimia

$(\text{Na}_{4,56}\text{Al}_{4,55}\text{Si}_{43,45}\text{O}_{96})(\text{H}_2\text{O})_{8,36}$) yang sesuai dengan kajian tentang jenis-jenis zeolit berdasarkan rumus kimianya (PPTM, 1997). Dan berdasarkan pola difraksi sinar-X yang terdapat pada kajian tentang karakterisasi zeolit alam Tasikmalaya yang berjenis *mordenite* (Wyantuti, 2008), batuan yang diidentifikasi mengandung mineral zeolit di daerah penelitian memiliki pola difraksi sinar-X yang sesuai dengan kajian yang sudah ada.

Pengujian SEM EDX juga dilakukan dalam penelitian ini, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui morfologi dari batuan yang mengandung mineral zeolit. Selain unsur Si yang ditunjukkan warna terang, terdapat unsur O yang juga mendominasi dalam sampel yang berperan sebagai pengotor yang ditunjukkan warna gelap. Hal ini disebabkan pada proses pengujian SEM EDS tidak dilakukan pencucian atau aktivasi secara tepat.

Berdasarkan hasil dari beberapa karakterisasi yang telah dilakukan, batuan yang menandung mineral zeolit dalam penelitian ini diaplikasikan sebagai *absorben* logam berat Fe_3O_4 dalam air. Pada penelitian ini mineral zeolit termasuk kurang efektif dalam penyerapan. Dari uji UV-Vis dapat diketahui daya serap yang dimiliki membutuhkan waktu yang cukup lama, dalam 100 ppm larutan Fe_3O_4 dalam air dengan waktu 1 bulan mampu menyerap 100%. Kurang efektifnya daya serap dikarenakan aktivasi yang kurang tepat dalam penelitian ini.

PENUTUP

1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

- 1) Dengan alat Bartington MS2B diidentifikasi mineral zeolit terletak pada lapisan ke 1 dan ke 2 pada kolom 1 dan 2, terletak pada lapisan ke 1 untuk kolom 3.
- 2) Dari uji XRF diidentifikasi keberadaan mineral zeolit pada lapisan ke 1 untuk kolom 1 dan 2, sedangkan pada kolom 3 terdapat pada lapisan ke 4 berdasarkan perbandingan Si/Al.
- 3) Morfologi batuan yang diidentifikasi mengandung mineral zeolit memiliki kandungan Si dan Al yang besar sebagai unsur utama pembentuk zeolit serta unsur O sebagai pengotor, dengan besar unsur Si 31,50 %
- 4) Data hasil uji XRD dengan analisis *high score* menunjukkan mineral zeolit berjenis *mordenite* dengan rumus kimia $(\text{Na}_{4,56}\text{Al}_{4,55}\text{Si}_{43,45}\text{O}_{96})(\text{H}_2\text{O})_{8,36}$ yang terdapat pada sampel.
- 5) Daya serap yang dimiliki mineral zeolit dalam waktu 1 bulan dengan larutan Fe_3O_4 100 ppm mampu menyerap 100% berdasarkan data UV-Vis.

2. Saran

- a. Disarankan untuk penelitian selanjutnya, informasi mengenai daerah penelitian perlu diketahui terlebih dahulu, sehingga mempermudah dalam proses pengambilan sampel.
- b. Literatur tentang material yang akan diteliti sebaiknya dikaji mendalam karena akan mempermudah dalam analisis dan pembahasan.
- c. Aktivasi secara efektif dalam pembuatan *absorben* menggunakan mineral zeolit harus diperhatikan, karena semakin efektif aktivasi dilakukan maka

daya serap mineral zeolit akan semakin bagus.

- d. Perlu adanya variasi massa dan waktu lebih banyak agar diketahui keadaan maksimum dan keadaan jenuh dari *absorpsi* yang menggunakan mineral zeolit alam.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, Kgs. 2009. *Kinerja Zeolit Alam Teraktivasi pada Penjernihan Minyak Bekas Pengorengan Keripik Tempe*. Fakultas Pertanian: Universitas Tribuana Tunggadewi.
- Ardra. 2007. *Karakterisasi Sifat-Sifat Zeolit*, (Online), (<http://www.KarakteristikBatuan.com/jurnal/1/sifat-sifatzeolit.html>), diakses 1 Februari 2007.
- Bayu, Yudis. 2011. *Sifat Magnetik Batuan*, (Online), (<http://www.geologi.com/artikel/12/SifatMagnetikBatuan.html>), diakses 12 Maret 2011.
- Bijaksana, S. (2002). *Kajian Sifat Magnetik pada Endapan Pasir Besi di Wilayah Cilacap dan Upaya Pemanfaatannya untuk Bahan Industri*. Laporan penelitian Hibah Bersaing. ITB
- Dearing, John. 1999. *Environmental Magnetic Susceptibility, Handbook*. Inggris: British Library.
- Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral kabupaten Malang. 2010. *Data Sumber Daya Mineral di Kabupaten Malang*. Malang: Dinas E dan S D M kabupaten Malang.
- Khaidir. 2011. *Modifikasi Zeolit Alam sebagai Material Molecular Sieve dan Aplikasinya pada Proses Dehidrasi Bioetanol*. Bogor: IPB.
- Rosanti, Dian Farida. 2012. *Korelasi antara Suseptibilitas Magnetik dengan Unsur Logam Berat pada*
- Sekuensi Tanah di Pujon-Malang*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Telford, M.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E. 1991. *Applied Gephysics, second edition*. USA: Cambridge University Press.
- Wyantuti, Santhy M.Si. 2008. *Karakterisasi Zeolit Alam Asal Cikalong Tasikmalaya*. Tasikmalaya.
- Zulaikah, Siti. 2007. *Kemagnetan Batuan dan Aplikasinya*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Zysk, AM dkk. 2007. *Needle Based Reflektion Refractometry of Scattering Samples Using Coherence Gated Detection*. *Opticts Epress*. USA : University of Illinois at Urbana Campaign.