

# **PENURUNAN KESADAHAN AIR LAUT DENGAN ZEOLIT ALAM**

## ***REMOVAL HARDNESS OF SEA WATER USING NATURAL ZEOLIT***

**Suprihatin \***

**Luluk Edahwati**

**Program Studi Teknik Kimia - UPN "Veteran" Jawa Timur**

### **ABSTRAK**

Penelitian ini diharapkan dapat memanfaatkan zeolit sebagai adsorber untuk menyerap ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  yang terkandung dalam air laut penyebab kesadahan sehingga dapat dimanfaatkan dan diolah lebih lanjut serta dapat diaplikasikan pada skala industri. Dalam penelitian ini digunakan metode penelitian secara batch. Sebelum digunakan untuk adsorben zeolit terlebih dahulu diaktifkan menggunakan  $\text{NaOH}$  1N. Zeolit yang telah aktif dicampurkan dengan air laut kemudian dilakukan pengadukan. Adapun kondisi yang dipakai dalam penelitian ini adalah kondisi yang ditetapkan jumlah air laut, berat zeolit dan kecepatan pengadukan. Sedangkan kondisi yang dikerjakan ukuran partikel zeolit dan waktu pengadukan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, kondisi terbaik diperoleh pada ukuran partikel zeolit 100 mesh dengan waktu pengadukan 75 menit, menghasilkan kadar kalsium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) sebesar 909,25 mg/liter dan Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) sebesar 565,9 mg/liter.

**Kata kunci:** absorbs, zeolit, sadah

### **ABSTRACT**

*This research expected able to exploit zeolite as adsorber to permeate ion  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{Mg}^{2+}$  which implied in sea-water cause of kesadahan causing can be exploited and further trick and can be application at industrial scale. In this research applied research method in batch. Before applied for zeolite adsorbent beforehand is activated applies  $\text{NaOH}$  1N. Active has zeolite is mixed with sea-water then is done squealer. As for condition used in this research is condition specified number of sea-waters, zeolite weight and squealer speed. While condition done by zeolite particle size and squealer time. Based on research result done, best condition obtained at zeolite particle size 100 meshes with squealer time 75 minutes, yields calcium rate ( $\text{Ca}^{2+}$ ) 909,25 mg/liter and Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ) 565,9 mg/liter.*

**Keywords:** absorbs, zeolite, hardness

## PENDAHULUAN

Sumber utama air yang mendukung kehidupan di bumi ini adalah laut, dan semua air akhirnya akan kembali ke laut yang bertindak sebagai reservoir atau penampung. Air dapat mengalami daur hidrologi. Selama menjalani daur hidrologi air selalu menyerap zat-zat yang menyebabkan air itu tidak lagi murni.

Zat-zat yang diserap oleh air alam dapat diklasifikasikan sebagai padatan terlarut, gas terlarut dan padatan tersuspensi. Pada umumnya jenis zat pengotor yang terkandung dalam air tergantung pada jenis bahan yang berkontak.

Bahan-bahan mineral yang dapat terkandung dalam air karena kontakannya dengan batu-batuan terdiri dari, kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), magnesium karbonat ( $\text{MgCO}_3$ ), kalsium sulfat ( $\text{CaSO}_4$ ), magnesium sulfat ( $\text{MgSO}_4$ ), dan sebagainya.

Zeolit mempunyai rongga yang dapat diisi oleh berbagai macam bahan sesuai dengan yang diinginkan, dan zeolit juga memiliki struktur kristal berpori dan luas permukaan yang besar. Dengan kemampuannya tersebut maka zeolit

dapat dimanfaatkan dalam berbagai keperluan yaitu sebagai adsorben. Aktifitas adsorpsi biasanya dipengaruhi oleh ukuran dan jumlah dari adsorben yang digunakan, semakin luas permukaan yang berarti ukuran semakin kecil dan jumlah semakin banyak maka proses keseimbangan adsorpsi semakin cepat tercapai. Pada peneliti terdahulu yang menggunakan metode kolom alir dengan variasi tinggi unggun zeolit 5, 10, dan 15 cm dengan ukuran zeolit 20–30 mesh. Didapatkan zeolit yang paling efektif adalah pada tinggi unggun 15 cm mampu menurunkan sabanyak 200 ppm. Dan zeolit dengan ukuran 20–30 mesh dengan berat 60 gram mampu menyerap ion  $\text{Ca}^{2+}$  (*Astatisna, Syariufidin, 2004*)

Zeolit sebagai adsorben dapat menghilangkan ion  $\text{Ca}^{2+}$  (kalsium) dan  $\text{Mg}^{2+}$  (magnesium) yang merupakan penyebab kesadahan air sehingga dapat digunakan untuk penjernihan air dan dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari sebagai air bersih yang bebas dari ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ . Air laut yang digunakan karena air laut banyak mengandung ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  penyebab kesadahan air.

Sumber-sumber air yang dapat kita manfaatkan antara lain adalah air laut. Laut adalah kumpulan air asin yang luas dan berhubungan dengan samudra. Air di laut merupakan campuran dari 96,5 % air murni dan 3,5 % material lainnya seperti garam-garaman, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Sifat-sifat fisis utama air laut ditentukan oleh 96,5 % air murni. Proses pelapukan batuan terus berlanjut akibat hujan yang terjadi dan terbawa ke lautan, menyebabkan air laut semakin asin. Air laut adalah air yang didalamnya terlarut berbagai zat padat dan gas. Dalam 1000 g akan berisi  $\pm 35$  g senyawa-senyawa yang terlarut secara kolektif dan garam. Dengan kata lain 96,5 % air laut berupa air murni dan 3,5% zat terlarut. Zat terlarut meliputi garam-garam anorganik padat, fraksi terbesar dari bahan terlarut terdiri dari bahan anorganik padat. Ion-ion ini adalah Klor, Natrium, Sulfat, Magnesium, Calcium, Kalium. Empat ion berikutnya Bikarbonat, Bromida, As. Borat, Stronsium. (Nybakken, J.W, 1992)

Hasil dari analisa kandungan sample air laut adalah sebagai berikut :

Magnesium (Mg) : 1.428 mg/L

Kalsium (Ca) : 1.273 mg/L

Air dengan kesadahan kurang dari 50 mg/l = 50 ppm (sebagai  $\text{CaCO}_3$ ) bersifat korosif. Sebaliknya air dengan kesadahan lebih tinggi dari 80 mg/l akan banyak memerlukan sabun bila digunakan untuk mencuci. Kesadahan air yang dianggap baik bila nilai kesadahannya antara (50-80) mg/l).

Perlunakan air sadah bertujuan meningkatkan kualitas air bersih, agar dapat dikonsumsi oleh masyarakat.

Berbagai cara pelunakan air dapat dilakukan seperti proses kapur-soda abu (lime-soda-ash softening) dan proses ion exchange.

#### Proses Kapur-Soda Abu

Proses kapur-soda abu melibatkan suatu proses dimana kapur  $\text{Ca(OH)}_2$  mengubah kalsium dan magnesium bikarbonat yang larut dalam air menjadi kalsium karbonat dan magnesium yang tidak larut dan mengendap. Kalsium dan magnesium sulfat yang larut dalam air dapat diubah menjadi kalsium karbonat yang tidak larut oleh soda abu ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Dalam proses ini biasanya ditambahkan senyawa koagulan yaitu senyawa yang dapat

membantu bahan yang terbentuk (kalsium karbonat dan magnesium hidroksida) cepat menggumpal dan mengendap (*Winarno, 1986*).

### Proses Ion Exchange

Proses ini baik sekali digunakan untuk keperluan pelunakan secara kecil-kecilan. Karena proses zeolit dapat menghasilkan kesadahan nol, maka air yang dilunakkan cukup sebagian saja dan air yang dilunakkan sedemikian rupa sehingga derajat kesadahan akhir 50 – 80 mg/l. Air sadah yang dialirkan melalui kolom zeolit akan mengalami pertukaran ion-ion, yaitu ion Ca dan Mg dalam air dengan ion Na dalam zeolit. Hal tersebut dapat berlangsung terus sampai pada saat kolom zeolit menjadi jenuh, tidak mampu lagi melakukan pertukaran ion-ion natrium dalam air yang masuk kedalam zeolit untuk mengganti kedudukan ion-ion Mg dan Ca (*Winarno, 1986*).

Pembuatan zeolit aktif dengan bahan dasar zeolit alam dilakukan dengan dua tahap, yaitu tahap aktivasi dan tahap kalsinasi. Tahap aktivasi dimaksudkan untuk menghilangkan kotoran yang melekat dan menutupi permukaan pori-pori dari zeolit sehingga akan menaikkan

luas permukaan, dengan cara mereaksikan zeolit dengan larutan asam klorida atau asam florida. Tahap kalsinasi dimaksudkan untuk menyempurnakan bentuk kristal dari zeolit dan menghilangkan air dengan melakukan pemanasan pada temperatur tinggi selama beberapa jam. Proses serapan zeolit dimana zeolit sebagai mineral aluminium silikat dengan struktur yang berongga-rongga pada kondisi normal semua rongga dan saluran tersebut terisi air yang terbentuk dari proses hidrasi udara disekitar kation penukar. Proses pemanasan dapat menyebabkan air teruapkan dan lepas dari dalam rongga saluran sehingga saluran dan rongga akan siap mengadsorpsi pada permukaan dalam rongga yang telah terhidrasi. Sedangkan molekul-molekul yang teradsorpsi akan keluar melalui pintu saluran. Dehidrasi dapat mempertinggi aktivitas dari zeolit sebagai adsorben, karena medan listrik diperluas sampai kedalam rongga utama akan bergabung (berinteraksi dengan spesies yang diserap). (*Purwati, 1997*).

Zeolit mempunyai rongga yang diisi oleh berbagai macam bahan sesuai yang diinginkan, dan dalam keadaan kosong

ruangan ini dapat bertindak sebagai katalisator suatu reaksi. (Kirk, Othmer, 1981)

Dengan kemampuannya tersebut, maka zeolit dapat dimanfaatkan dalam berbagai keperluan yaitu penyerapan (pemisahan/pemurnian), pertukaran ion, dan katalisator.

Prinsip dasar mekanisme adsorpsi yaitu campuran yang akan dipisahkan dibawah sampai berkontak dengan fase tidak terlarut lainnya, adsorben padat dan distribusi tidak merata dari konstituen asal antara fase adsorpsi pada permukaan padatan dan lapisan fluida molekul atau perbedaan sifat polaritas bahan yang menyebabkan molekul melekat lebih kuat pada yang lainnya. Pada berbagai keadaan satu macam adsorbat secara menyeluruh dari liquid menuju adsorber, sedang proses adsorpsi yang terjadi pada komponen lain sangat kecil. Proses regenerasi dari adsorber dapat pula dilakukan dan liquid yang hampir murni.

Faktor - faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi yaitu (1) Ukuran partikel adsorben (2) Temperatur atau suhu dan (3) Waktu

Mekanisme penyerapan yang mungkin dapat terjadi pada zeolit adalah penyerapan fisika dan penyerapan kimia. Efektifitas dari mekanisme tersebut bergantung pada proses spesies yang diserap, kemampuan penukar ion zeolit, keasaman permukaan, kandungan kelembaban dari adsorben zeolit. Selain itu aktifitas adsorpsi biasanya juga dipengaruhi oleh ukuran dan jumlah dari adsorben yang digunakan, semakin luas permukaan yang berarti ukuran semakin kecil dan jumlah semakin banyak maka proses keseimbangan adsorpsi semakin cepat tercapai.

Terjadi penukaran antara zeolit dengan NaOH sebagai berikut :



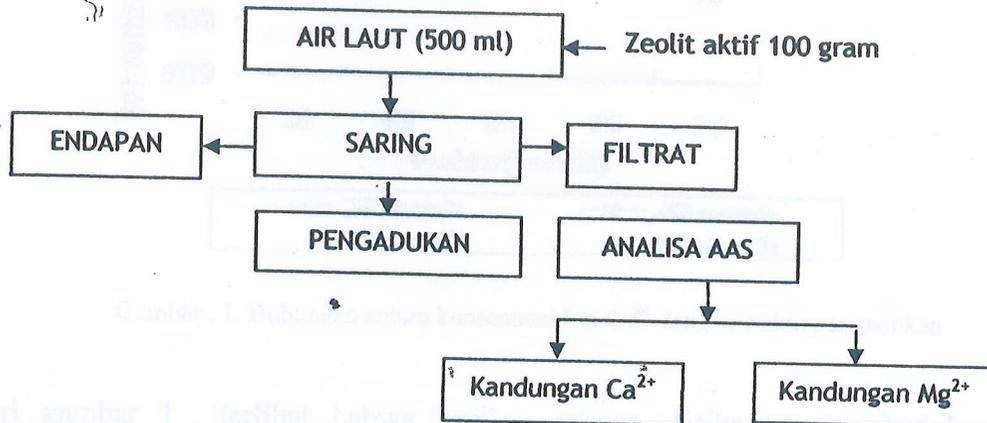
## METODE PENELITIAN

### Prosedur preparasi Zeolit

Zeolit alam yang akan digunakan digrinding kemudian diayak sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan. Timbang zeolit 100 gram kemudian cuci menggunakan aquadest masukkan zeolit kedalam lautan NaCl 1N dengan perbandingan 1 gram zeolit dalam 10 ml

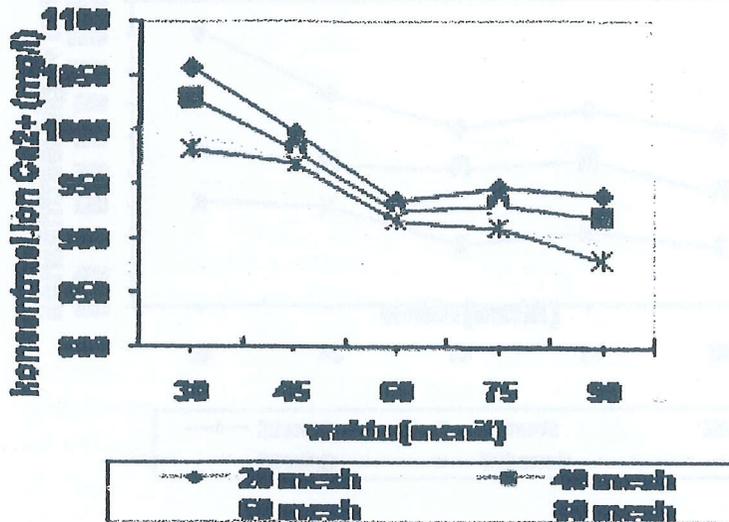
laruan diaduk selama 24 jam. Setelah diaduk kemudian disaring dan dicuci dengan aquadest sampai netral (diukur pH air bekas cucinnya dengan kertas pH). Saring kembali untuk dapat memisahkan filtrate dengan residu. Residu dikeringkan dalam oven pada temperature 110 – 120 °C selama 3 jam dan filtratnya dibuang.

### Diagram Alir Penelitian



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Hasil Penelitian terhadap ion  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$  dalam Air Laut dengan menggunakan metode AAS diperoleh data dibawah ini.



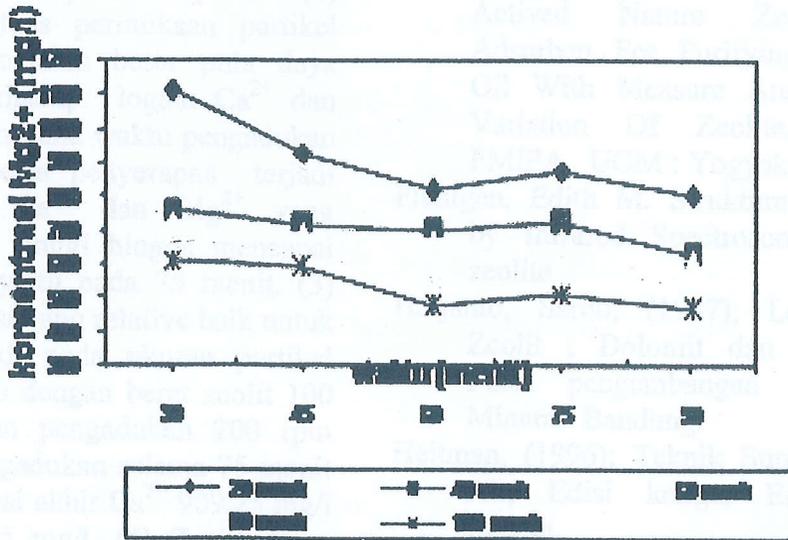
Gambar . 1. Hubungan antara konsentrasi Ion  $\text{Ca}^{2+}$  dengan waktu pengadukan

Dari gambar 1 terlihat bahwa hasil adsorpsi zeolit terhadap logam  $\text{Ca}^{2+}$  sangat bergantung pada waktu proses, dimana semakin lama waktu proses hasil penyerapan logam  $\text{Ca}^{2+}$  akan semakin besar hal ini disebabkan karena proses penyerapan logam  $\text{Ca}^{2+}$  merupakan

proses fisika yang berjalan pelan (memerlukan waktu), semakin lama waktu penyerapan berarti logam yang terserap akan semakin besar atau logam yang tersisa dalam air laut akan semakin kecil akan tetapi pada waktu tertentu terjadi penurunan konsentrasi ion  $\text{Ca}^{2+}$

hal ini disebabkan daya aktif zeolit yang melemah. Kondisi terbaik diperoleh pada waktu pengadukan 75 menit dengan

ukuran zeolit 100 mesh dengan konsentrasi ion  $\text{Ca}^{2+}$  909,25 mg/l.



Gambar .2. Hubungan antara konsentrasi Ion  $\text{Mg}^{2+}$  dengan waktu pengadukan

Dari gambar.2 terlihat bahwa hasil adsorpsi zeolit terhadap logam  $\text{Mg}^{2+}$  sangat bergantung pada waktu proses, dimana semakin lama waktu proses hasil penyerapan logam  $\text{Mg}^{2+}$  akan semakin besar hal ini disebabkan karena proses penyerapan logam  $\text{Mg}^{2+}$  merupakan proses fisika yang berjalan pelan

(memerlukan waktu), semakin lama waktu penyerapan berarti logam yang terserap akan semakin besar atau logam yang tersisa dalam air laut akan semakin kecil akan tetapi pada waktu tertentu terjadi penurunan konsentrasi ion  $\text{Mg}^{2+}$  hal ini disebabkan daya aktif zeolit yang melemah. Kondisi terbaik diperoleh pada

- Nybakken. J.W, (1992); Biologi Laut, PT Gramedia Pustaka Utama, , Jakarta.
- Othmer. Kirk 1981, encyclopedia of Chemical technology, edisi ke tiga, Vol.15, John Wiley and Sons, New York.
- Prayitna. R. B, (1988); Zeolit Sebagai Alternatif industri komoditi mineral di Indonesia, , BPPT: Jakarta.
- Purwati, (1997); Penggunaan Koagulan Ferro Sulfat dan Zeolit termodifikasi pada Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil, Skripsi, FMIPA, 1997, UGM: Yogyakarta.
- Rifin, Masri; Endang,, (1989); Laporan Pendataan dan Inventarisasi Endapan Zeolit di Indonesia di Propinsi Nusa Tenggara Barat, Pusat Pengembangan Teknologi Mineral, Dirjen Pertambangan Umum, Bandung.
- Tsitsishvili, G. V. et al, Natural Zeolite, 1992, EnglandSundstrom,
- Suganal; Purnawan, Wawan; Naeni, Siti, 1987, Penggunaan Zeolit Bayah Untuk Pengolahan Air, Pusat pengembangan Teknologi mineral, Bandung
- Sujana Alamsyah, 2006, Merakit Sendiri Alat Penjernih Air untuk Rumah Tangga, Cetakan Ketiga, PT AgroMedia Pustaka : Tangerang
- Winarno, F.G, 1986, Air Untuk Industri Pangan, PT Gramedia : Jakarta