

KAJIAN PENURUNAN Ca DAN Mg DALAM AIR LAUT MENGGUNAKAN RESIN (DOWEX)

C. Pujiastuti

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri UPN "Veteran" Jawa Timur

Abstrak

Garam merupakan salah satu kebutuhan penting dalam kehidupan sehari-hari, dimana bahan bakunya adalah air laut. Dari segi kualitas, produk dalam negeri khususnya garam untuk kebutuhan konsumsi masih belum memenuhi persyaratan kesehatan, terutama garam yang dihasilkan dari petani garam. Penelitian kali ini menggunakan metode Ion Exchange. Air laut ditampung dalam bak penampung influen kemudian dipompa ke tangki stabiliser lalu ditampung dalam bak penampung lalu dialirkan ke kolom resin. Dalam kolom ini digunakan resin kation asam kuat jenis Dowex – 50 seberat 1000 gr. Adanya ion H^+ dalam resin ini dapat digunakan untuk mengikat ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada air laut. Air laut yang keluar dari kolom resin ditampung dalam bak penampung influen, diambil setiap jam sampai jam ke-5 dan kemudian hasil yang diperoleh dianalisa. Adapun variabel yang digunakan adalah waktu pengaliran air laut dan kecepatan aliran. Penurunan kadar Ca^{2+} yang relatif baik terjadi pada kecepatan aliran 5lt/jam, jam ke-5 dengan persen penurunan sebesar 53,11%. Sedangkan penurunan kadar Mg^{2+} terjadi pada kecepatan aliran 10 lt/jam, jam ke-5 diperoleh 43,69%. Koefisien selektivitas ion Ca^{2+} terbaik diperoleh sebesar $1,75 \cdot 10^{-3}$ Koefisien selektivitas ion Mg^{2+} terbaik diperoleh sebesar $4,76 \cdot 10^{-2}$.

Kata Kunci : Air laut, resin Dowex. Penukar ion

Abstract

Salt is one of the most important thing in our daily life. Salt witch produce by farmer to consumed used haven't the quality of salt ingredients. The aim of this research is to enchange the quality of salt ingredient from sea water by using ion exchange methode. The sea water from storage tank flow to ion exchange column with flow rate certain. Resin Dowex -50 weight 1000 gr is used in this research .Product from resin column analyzed each hours. The flow rate and contact time are varied . Early consenstration from sea water : Ca^{2+} : 253.8 mg/l and Mg^{2+} : 1079.4 mg/ l. The result show that contact time in the resin column are very important in Ca and Mg ions reduction., there fore the velocity (debite) needs to be measured to quaranty that the contact time has produce the massiv procentage amount. Reduction of Ca ion good relative at flow tae 5 l/ hour at 5 hours , the consenstration Ca ion is 53.11 % . For Mg ion , consenstration reache 43.69 % at flow rate 10 l/ hours.

Key words : sea water, resin, ion exchange

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang mana dua per tiganya dikelilingi oleh laut. Air laut merupakan bahan baku utama dalam produksi garam (NaCl). Dari hasil

analisa air laut banyak mengandung unsur-unsur seperti Ca, Mg, SO_4 , K yang dapat menurunkan kualitas garam dalam air. (Nybakken, J. W, 1992)

Air laut adalah air murni yang di dalamnya terlarut berbagai zat padat dan gas. Senyawa-senyawa terlarut yang secara

kollektif disebut garam. Dengan kata lain 96,5% air laut berupa air murni dan 3,5% zat terlarut. Banyaknya zat terlarut disebut salinitas. (Nybakken, J. W, 1992)

Zat terlarut meliputi garam-garam anorganik. Fraksi yang terbesar dari bahan yang terlarut terdiri dari garam-garam anorganik yang berwujud ion. Enam ion anorganik(klor, natrium, belerang, magnesium, kalsium, dan kalium) merupakan komponen utama (99,28%) berat dari bahan anorganik padat. Empat ion lainnya (Bikarbonat, Bromida, Asam borat, Stronsium) menambah 0,71% berat hingga sepuluh ion bersama-sama sebagai zat terlarut dalam air laut. (Nybakken, J. W, 1992)

Dalam penelitian kali ini, dicoba menggunakan metode ion exchange. Kelebihan dari metode ini adalah kemampuannya dalam menangkap logam berat dengan efisiensi yang tinggi. Dengan mereaksikan air laut dengan bahan-bahan kimia tertentu (resin) akan diperoleh air laut dengan kandungan NaCl yang tinggi. Resin yang digunakan pada metode pertukaran ion ini adalah resin kation asam kuat dan resin kation asam lemah. Resin kation asam terbuat dari plastic atau senyawa polimer yang direaksikan dengan beberapa jenis asam, seperti asam sulfat, asam posphat. Resin kation ini mempunyai ion hydrogen (R^+ , H^+), dengan adanya ion H^+ yang bermuatan positif maka resin ini dapat dipergunakan untuk mengambil ion-ion yang bermuatan positif pada air laut (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+). Dengan menurunnya unsur-unsur seperti Ca, Mg, K maka kualitas air laut dapat meningkat. Penggunaan resin penukar ion ini telah banyak mengalami perkembangan. Resin tidak hanya sekedar dipakai untuk pelunakan air (softening) tetapi dapat pula dipakai untuk membuat air bebas mineral dan dapat juga digunakan untuk proses recovery zat-zat kimia. (Montgomery, J.M, 1985).

Penelitian tentang penurunan kadar Mg dan Ca pada air laut (Diah Ika Susanti, 2000) menggunakan metode berbeda dilakukan dengan menambahkan larutan Na_2CO_3 . Mula-mula dibuat larutan jenuh dari garam rakyat, kemudian ditambah larutan Na_2CO_3 , selanjutnya dilakukan pemanasan dan pengadukan sebelum dilakukan proses sedimentasi. Setelah proses sedimentasi dilakukan pemisahan antara filtrat dan endapan. Filtrat diluapkan sampai terbentuk kembali.

Hasil: Dengan penambahan Na_2CO_3 25%

Larutan Na_2CO_3 90 ml pada suhu $90^\circ C$

Penurunan Ca = 84,58%

Larutan Na_2CO_3 90 ml pada suhu $90^\circ C$

Penurunan Mg = 72,61%

Pada penelitian terdahulu (Ade, I.G.A, 2002 mengenai pengolahan limbah yang mengandung logam berat (pemisahan ion kromium dalam limbah) dengan menggunakan metode pertukaran ion dimana menggunakan resin Purolite C-500. Dari penelitian tersebut diperoleh kesimpulan bahwa kemampuan resin menyerap ion Cr^{3+} dalam limbah adalah 5773,4 ppm tiap 75 gr resin. Dengan menggunakan metode yang sama dicoba menggunakan resin Dowex untuk mengolah air laut sehingga diharapkan dapat meningkatkan kualitas produksi garam.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

Menurunkan kandungan Mg dan Ca dari air laut dengan metode pertukaran ion (ion exchange).

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :meningkatkan kualitas produksi garam.

TINJAUAN PUSTAKA

Air laut adalah air yang di dalamnya terlarut berbagai zat padat dan gas. Dalam 1000 gr akan berisi kurang lebih 35 gr senyawa-senyawa yang terlarut secara kolektif disebut garam. Dengan kata lain, 96,5% air laut berupa air murni dan 3,5% zat terlarut. Banyaknya zat terlarut disebut salinitas. Ilmuwan dalam bidang biologi laut dan oceanografi, pada umumnya lebih suka menyatakan salinitas dengan satuan per seribu. (Nybakken J.W, 1992)

Zat terlarut meliputi garam-garam anorganik. Fraksi terbesar dari bahan terlarut terdiri dari bahan-bahan anorganik padat. Ion-ion ini adalah klor, natrium, belerang (sebagai sulfat), magnesium, kalsium, kalium (tabel 1.2). Empat ion berikutnya menambah 0,71% berat, hingga sebelas ion bersama-sama membentuk 99,99% berat zat terlarut. (Nybakken J.W, 1992)

Salinitas dari berbagai tempat di lautan terbuka yang jauh dari daerah pantai variasinya sempit saja, biasanya antara 34-37 per seribu, dengan rata-rata 35 per seribu. Perbedaan salinitas terjadi karena perbedaan dalam penguapan dan presipitasi. (Nybakken, J. W, 1992)

Salinitas lautan di daerah tropik lebih tinggi karena evaporasi lebih tinggi, sedangkan pada lautan di daerah beriklim sedang salinitasnya rendah karena evaporasi lebih rendah, di daerah pantai dan laut yang tertutup sebagian, salinitasnya lebih bervariasi dan memungkinkan mendekati 0 di mana sungai-sungai besar mengalirkan air tawar, sedangkan di Laut Merah dan Teluk Persia salinitasnya hampir 40%. (Nybakken, J.W, 1992)

Garam merupakan salah satu kebutuhan terpenting dalam kehidupan sehari-hari. Pembuatan garam sebagian besar dilakukan secara tradisional oleh petani garam rakyat disamping oleh perusahaan garam industri, dengan produksi garam di Indonesia. Menurut segi kualitas, produksi dalam negeri, khususnya kebutuhan untuk konsumsi masih belum memenuhi persyaratan kesehatan, terutama garam yang dihasilkan dari petani garam, sebab mutu garam umumnya dibawah mutu II (menurut spesifikasi SNI/SII No.140-76).

Penukar Ion

Penukar ion kebanyakan berupa bahan organik, yang umumnya dibuat secara sintetik. Bahan tersebut sering juga disebut resin penukar ion.

Penukar ion mengandung bagian-

bagian aktif dengan ion yang dapat ditukar
Bagian aktif semacam itu misalnya adalah:

- Pada penukar kation:

Kelompok-kelompok asam sulfo – $\text{SO}_3^- \text{H}^+$ (dengan sebuah ion H^+ yang dapat ditukar)

- Pada penukar anion:

Kelompok-kelompok amonium kuarterner – $\text{N}^-(\text{CH}_3)_3^+ \text{OH}^-$ (dengan sebuah ion OH^- yang dapat ditukar)

(Bernasconi, 1995)

Media penukar ion sering disebut dengan resin, terdapat 4 jenis resin yang sering dipergunakan dalam pengolahan air:

a. Resin kation asam kuat.

Resin kation asam kuat terbuat dari plastik atau senyawa polimer yang direaksikan dengan beberapa jenis asam seperti asam sulfat, asam posphat, dan sebagainya. Resin kation asam kuat ini mempunyai ion hydrogen ($\text{R}^- \cdot \text{H}^+$), dengan adanya ion H^+ yang bermuatan positif maka resin ini sering dipergunakan untuk mengambil ion-ion yang bermuatan positif. (Montgomery J.M, 1985).

Dalam operasionalnya, resin kation asam kuat ini dapat dioperasikan dengan kondisi ($\text{R}^- \cdot \text{H}^+$) maupun dalam kondisi $\text{R}^- \cdot \text{Na}^+$. Pemilihan kondisi mana yang akan dioperasikan berpengaruh terhadap jenis ion yang diambil, bahan kimia yang akan dihasilkan dan bahan kimia untuk pengaktifan kembali (regenerasi). (Montgomery, J.M, 1985).

b. Resin kation asam lemah

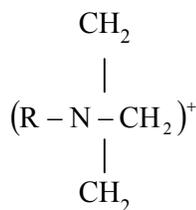
Resin kation asam lemah terbuat dari plastik atau polimer yang direaksikan dengan group asam karbonik dengan demikian Group (COOH^-) sebagai penyusun resin. Resin kation asam lemah diperlukan kehadiran alkalinitis untuk melepas ion hidrogen dari resin. (Montgomery, J.M, 1985).

Disamping itu penggunaan resin kation asam lemah ini hanya terbatas pada kondisi air atau air limbah yang mempunyai derajat keasaman (pH) diatas 4 atau 5, Proses regenerasi resin kation asam lemah ini dapat dilakukan dengan larutan asam klorida (GCl) dan (H_2SO_2). (Montgomery, J.M, 1985)

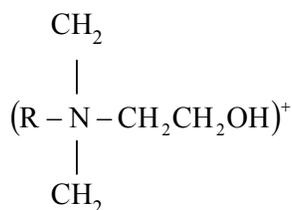
c. Resin anion basa kuat

Resin anion basa kuat terbuat dari plastik atau polimer yang direaksikan dengan gugus senyawa amine atau amonium. Dua jenis resin basa kuat yang sering dipergunakan dalam pengolahan air atau air limbah adalah

resin yang mempunyai tiga gugus metil sebagai berikut:



Jenis resin anion basa kuat yang lain adalah resin yang mempunyai group ethanol yang ditempatkan pada salah satu gugus metil sebagai berikut:



Resin anion basa kuat merupakan resin yang sering dipergunakan dalam mengambil ion-ion yang bermuatan negatif. Pada operasionalnya resin anion basa kuat ini dapat dioperasionalkan pada kondisi hidroksida (R^+Cl^-). Apabila resin anion basa kuat dioperasionalkan pada kondisi hidroksida (R^+OH^-), Maka resin anion basa kuat ini dapat mengambil hampir seluruh jenis ion negatif dan pada proses regenerasinya menggunakan larutan natrium hidroksida (NaOH), sedangkan apabila resin anion basa kuat dioperasionalkan pada kondisi klorida (R^+Cl^-), maka ion-ion negatif yang dapat diambil seperti sulfat dan nitrat, dan pada proses regenerasinya menggunakan larutan garam (NaCl). (Montgomery, J.M, 1985)

d. Resin anion basa lemah

Resin anion basa lemah dipergunakan untuk mengambil asam-asam seperti asam klorida (HCl) atau asam sulfat (H_2SO_4) sehingga resin dikenal sebagai pengadsorbsi asam (acid adsorbers). Proses regenerasi resin anion basa lemah ini dipergunakan

larutan natrium hidroksida (NaOH), ammonium hidroksida (NH_4OH) atau natrium karbonat (Na_2CO_3). (Montgomery, J.M, 1985).

Sifat-sifat penting yang diharapkan dari pemukar ion adalah daya pengambilan (kapasitas) yang besar, selektifitas yang besar, kecepatan pertukaran yang besar, ketahanan terhadap suhu, ketahanan terhadap penukar ion yang telah terbebani dapat dilakukan dengan mudah, karena pertukaran ion merupakan suatu proses yang sangat reversibel. (Bernasconi, 1995).

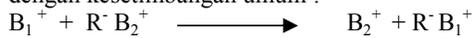
Jenis resin-resin penukar ion (ion exchange) buatan pabrikan yang ada di Amerika Serikat ada empat pabrikan/ perusahaan dengan merk dagangnya, antara lain sebagai berikut :

Duolite Internasional : duolit
Rohm and Haas Company : Amberlite
Dow Chemichal Company : Dowex
Subron Chemichal Division : Ionac

Dan masih banyak pabrik atau perusahaan resin penukar ion (ion exchange) asing yang lain. (Montgomery, J.M, 1985)

Mekanisme Pertukaran Ion

Pertukaran ion dapat ditempatkan sebagai unit operasi dalam equilibrium (kesetimbangan) kimia. Pertukaran ion menyangkut salah penempatan ion yang diberikan spesies dari pertukaran material yang tidak dapat larut dengan ion-ion yang berbeda spesies ketika larutan yang terakhir dibawa sampai mengontak / berhubungan / bercampur. Pertukaran ion bisa digambarkan dengan kesetimbangan umum :



Di mana :

$\text{B}_1^+, \text{B}_2^+$ = Kation-kation dari 2 spesies (jenis) yang berbeda.

$\text{A}_1^-, \text{A}_2^-$ = Anion-anion dari 2 spesies (jenis) yang berbeda.

R^-, R^+ = Penukaran bahan-bahan dari kationir dan anionir masing-masing.

Persamaan kesetimbangan:

$$K = \frac{[B_2^+][R^- \cdot B_1^+]}{[B_1^+][R^- \cdot B_2^+]}$$

K =Konstanta kesetimbangan.

(Lenvil G.Rich, 1963)

Selektivitas Ion

Petunjuk awal atau sebaliknya pada reaksi pertukaran ion sepenuhnya bergantung pada selektivitas resin untuk sistem ion khusus. Peneliti telah mengamati resin-resin yang dipilih untuk ion-ion tertentu dalam kelompok-kelompok yang memiliki persamaan nilai karakteristik. Karakteristik ini telah diketahui oleh sebagian besar resin komersial dan alasan itu maka selektivitas ion telah diartikan oleh berbagai macam-macam pengamat.

Ada 2 variabel utama yang menentukan ion selektivitas, yaitu :

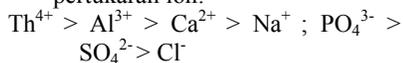
Harga atau nilai ion

Harga ion berpengaruh besar pada kekuatan besar pada pertukaran ion.

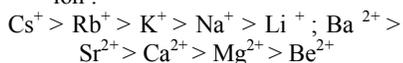
Ukuran ion

Seperti yang diuraikan Kunin (Montgomery,J.M ,1985) kumpulan yang mengikuti peraturan empirik dapat digunakan sebagai selektivitas rata-rata:

- Pada konsentrasi rendah (encer) dan temperatur biasa, luas pertukaran meningkat dengan meningkatnya valensi dari pertukaran ion:



- Pada konsentrasi rendah (encer, temperatur biasa dan valensi konstan luas pertukaran meningkat dengan meningkatnya nomor atom pada luas pertukaran ion :



- Pada konsentrasi tinggi, perbedaan pada kekuatan pertukaran ion dengan perbedaan

valensi (Na^+ dan Ca^+ atau NO_3^- dan SO_4^{2-}) berkurang dan pada kasus yang sama, pada ion dengan valensi rendah mempunyai pertukaran ion yang tinggi.

(James.M. Montgomery,1985)

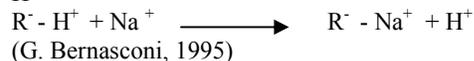
Landasan Teori

Proses pertukaran ion / resin penukar ion (ion exchange)

Yang dimaksud dengan pertukaran ion adalah proses, dimana ion-ion dari suatu larutan elektrolit diikat pada permukaan bahan padat. Sebagai pengganti ion-ion dari bahan padat diberikan ke dalam larutan. (Bernasconi,1995). Resin yang digunakan dalam penelitian ini adalah Resin Dowex.

Reaksi-reaksi ion berlangsung pada pertukaran ion secara sederhana dapat dirumuskan sebagai berikut :

- Pertukaran Kation, misalnya Na^+ dengan H^+



(G. Bernasconi, 1995)

Kecepatan alir larutan yang maksimal untuk menembus lapisan pertukaran (atau waktu tinggal larutan yang diperlukan dalam lapisan pertukaran) ditentukan oleh waktu untuk proses pertukaran pada setiap partikel penukar. Apabila kecepatan itu terlalu tinggi (atau waktu tinggal terlalu singkat), maka pertukaran ionnya kurang efektif. (Bernasconi,1995)

Sifat-sifat penting yang diharapkan dari pemutar ion adalah daya pengambilan (kapasitas) yang besar, selektifitas yang besar, kecepatan pertukaran yang besar, ketahanan terhadap suhu, ketahanan terhadap penukar ion yang telah terbebani dapat dilakukan dengan mudah, karena pertukaran ion merupakan suatu proses yang sangat reversible. (Bernasconi, G, 1995).

Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses pertukaran ion (Dofner K,1995) adalah:

pH

Penukar ion penguraian gugus ionogenik tidak memperhatikan pH, ada yang sangat dipengaruhi oleh pH sesuai kekuatan asam basanya. Gugus OH fenolik atau asam karboksilat tidak teruarai pada pH rendah, maka kapasitas penukarannya baru optimum pada pH larutan alkali. Range pH efektif

penukar ion untuk jenis kation asam kuat adalah 0-14.

Kecepatan aliran

Kecepatan aliran mempengaruhi proses pertukaran ion. Semakin cepat debit aliran yang ditetapkan dalam proses pertukaran ion, semakin sedikit konsentrasi ion yang dapat dipertukarkan. Hal ini disebabkan waktu tinggal dan kontak antara air laut dengan resin semakin pendek.

Konsentrasi ion terlarut

Semakin banyak konsentrasi ion yang akan dipertukarkan, semakin lambat kecepatan berlangsungnya suatu reaksi pertukaran ion dan semakin sedikit konsentrasi ion yang akan dipertukarkan. Hal ini disebabkan karena resin memiliki kapasitas ion yang terbatas.

Tinggi media penukar ion

Semakin tinggi media penukar ion yang terdapat dalam kolom pertukaran, semakin banyak konsentrasi ion akan dipertukarkan. Hal ini disebabkan semakin tinggi resin maka semakin banyak jumlah resin.

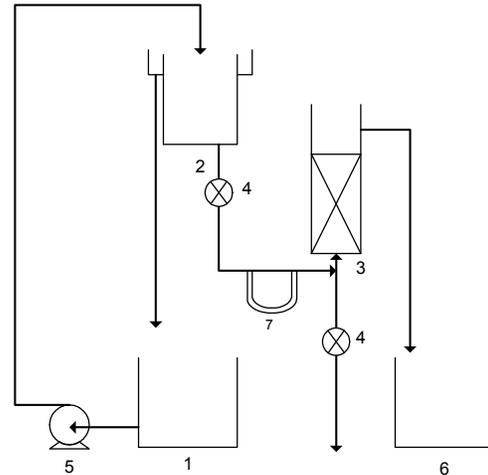
Suhu

Pertukaran ion dipengaruhi suhu, akan tetapi secara praktis peningkatan suhu tidak cukup untuk menyebabkan pertambahan laju proses. Operasi suhu tinggi baru bermanfaat bila larutan semula memang pada suhu tersebut atau bila larutan terlalu kental pada suhu ruang.

METODE PENELITIAN

Bahan-Bahan yang Digunakan : Air laut, Resin penukar dan aquadest

Alat-alat yang Digunakan : Bak penampung air laut (influen), Tangki stabiliser (pengendali aliran), Kolom resin, Pompa, Bak hasil pengolahan, Flow Meter



Gambar 1. Peralatan Proses

Peubah

Variabel tetap : Jenis resin (Dowex), sumber air laut (Kenjeran) dan jumlah resin (1000 gram)

Variabel yang dikerjakan : Waktu proses pengaliran air laut (jam) : 1, 2, 3, 4, 5.

Kecepatan aliran (liter/jam) : 5, 10, 15, 20, 25.

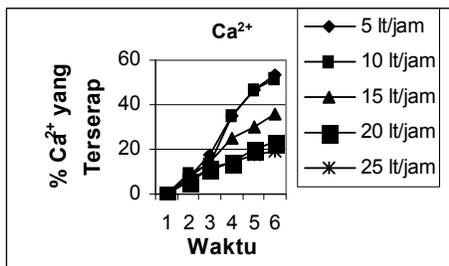
Cara Kerja Penelitian

- Mengambil resin sesuai dengan yang dibutuhkan yaitu setinggi didalam tangki pertukaran (kolom)
- Rendam resin dengan aquadest selama kurang lebih 2 jam guna memekarkannya terlebih dahulu.
- Masukkan resin kedalam kolom (tangki pertukaran)
- Cuci resin yang telah dimasukkan ke dalam tangki pertukaran hingga pH air yang keluar dari tangki pertukaran netral (7).
- Masukkan air laut ke dalam baki penampungan influen.
- Mengalirkan air laut ke dalam tangki stabiliser.
- Alirkan air laut menuju kolom resin
- Ambillah hasil dalam bak penampungan influen tiap jam untuk diperoleh kondisi terbaik
- Lakukan analisa dari hasil proses tersebut.

The Examination of Water and Wastewater 16th Edition, 1985

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisa awal dari air laut Kenjeran adalah sebagai berikut : Ca^{2+} = 253,8 mg.liter, Mg^{2+} = 1079,4 mg/liter, Na^+ = 8288,2 mg/liter, Cl^- = 14386 mg/liter, SO_4^{2-} = 1929,2 mg/liter dan HCO_3^- = 210,4 mg/liter. Penyerapan Ca^{2+} dan Mg^{2+} oleh resin Dowex pada penelitian ini dapat dilihat pada grafik 1 dan 2 berikut ini. Dari grafik 1 dan 2 menunjukkan bahwa kecepatan aliran sangat mempengaruhi jumlah ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang tertukar oleh resin. Pertukaran ini terjadi karena aktivitas resin sebagai resin kation Na^+ yang tertukar dengan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} . Semakin lama waktu proses pengaliran air laut mengakibatkan kontak partikel resin dengan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} semakin lama, akibatnya semakin besar ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang terserap dalam resin. Hal itu menunjukkan bahwa ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} tertukar dengan ion Na^+ yang terdapat dalam resin, sehingga Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan mengganti posisi fungsi logam dalam resin.



Gambar 2. Hubungan prosentase (%) Ca^{2+} yang terserap oleh resin Dowex-50 terhadap waktu proses pengaliran (1-5) jam (konsentrasi Ca^{2+} mula-mula 253,8 mg/liter)

Seperti terlihat pada reaksi berikut:
 $2R - \text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} \rightarrow R_2 - \text{Ca}^{2+} + 2\text{Na}^+$
 $2R - \text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+} \rightarrow R_2 - \text{Mg}^{2+} + 2\text{Na}^+$

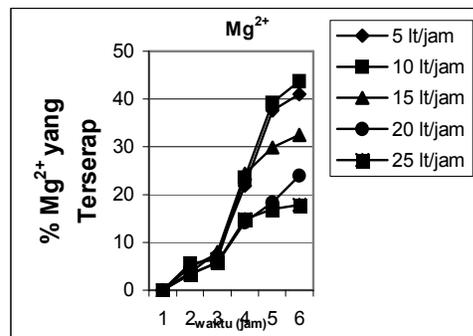
Semakin kecil kecepatan aliran dan semakin lama waktu proses pengaliran air laut akan mengakibatkan kontak partikel resin dengan ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} , akibatnya

semakin banyak ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang mengganti ion Na^+ dalam resin.

Ca^{2+} akan terserap maksimal pada kecepatan aliran 5 lt/jam dengan waktu proses pengaliran air laut jam ke-5, yaitu sebesar 53,11% dan Mg^{2+} akan terserap maksimal pada kecepatan aliran 10 lt/jam pada waktu proses pengaliran jam ke 5, yaitu sebesar 43,69%.

Dari gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa semakin besar prosentase ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang terserap dalam resin maka nilai koefisien selektivitas ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan semakin besar. Hal ini disebabkan semakin besar prosentase ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang terserap resin berarti akan semakin besar kontak ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} terhadap resin, sehingga proses pertukaran ion akan semakin besar.

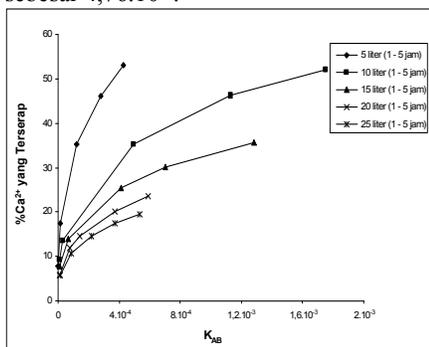
Koefisien selektivitas ion dengan prosentase ion Ca^{2+} yang terserap sebesar 52% telah mengalami kenaikan koefisien selektivitas yang tertinggi yaitu sebesar $1,75 \cdot 10^{-3}$ dan untuk prosentase ion Mg^{2+} yang terserap sebesar 43,69% telah mengalami kenaikan koefisien selektivitas tertinggi yaitu sebesar $4,76 \cdot 10^{-2}$.



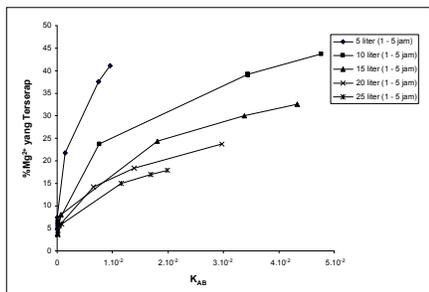
Gambar 3. Hubungan prosentase (%) Mg^{2+} yang terserap oleh resin Dowex-50 terhadap waktu proses pengaliran dengan variasi kecepatan aliran antara (5-25) lt/jam (Konsentrasi Mg^{2+} mula-mula 1079,4 mg/liter)

Koefisien selektivitas ion dengan prosentase ion Ca^{2+} yang terserap sebesar 52% telah mengalami kenaikan koefisien selektivitas yang tertinggi yaitu sebesar $1,75 \cdot 10^{-3}$ dan untuk prosentase ion Mg^{2+} yang terserap sebesar 43,69% telah mengalami kenaikan

koefisien selektivitas tertinggi yaitu sebesar $4,76 \cdot 10^{-2}$.



Gambar 4. Hubungan Prosentase Ion Ca²⁺ terserap terhadap Koefisien Selektivitas Ion Ca²⁺ pada rentang waktu pengaliran air laut (1-5) jam dengan variasi kecepatan aliran (5-25) lt/jam



Gambar 5. Hubungan Prosentase Ion Mg²⁺ terserap terhadap Koefisien Selektivitas Ion Mg²⁺ pada rentang waktu pengaliran air laut (1-5) jam dengan variasi kecepatan aliran (5-25) lt/jam

Semakin besar harga koefisien selektivitas ion, kualitas air laut akan semakin baik. Hal ini disebabkan semakin besar harga koefisien selektivitas ion maka kemampuan untuk menyerap ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ akan semakin meningkat. Akibatnya kualitas air laut akan semakin baik karena berkurangnya Ca²⁺ dan Mg²⁺.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini hasil yang didapat dipengaruhi oleh kecepatan aliran, semakin kecil kecepatan aliran maka semakin besar penurunan ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ dalam air laut.
2. Waktu proses pengaliran juga berpengaruh pada hasil yang didapat, semakin lama waktu proses pengaliran akan semakin besar penurunan ion Ca²⁺ dan Mg²⁺ dalam air laut.
3. Penurunan kadar Ca²⁺ terbaik diperoleh pada kecepatan aliran 5 lt/jam, jam ke-5 sebesar 53,11%.
4. Penurunan kadar Mg²⁺ terbaik diperoleh pada kecepatan aliran 10 lt/jam, jam ke-5 sebesar 43,69%.
5. Koefisien selektivitas ion Ca²⁺ terbaik diperoleh sebesar $1,75 \cdot 10^{-3}$
6. Koefisien selektivitas ion Mg²⁺ terbaik diperoleh sebesar $4,76 \cdot 10^{-2}$

DAFTAR PUSTAKA

- Ade, I. G. A, 2002. "Recovery Ion Chromium dari Limbah dengan Proses Ion Exchange" UPN "Veteran" Jawa Timur, Surabaya.
- Bernasconi, G. H. Gerster, H. Hauser, H. Stauble, E. Scheiter, 1995. "Teknologi Kimia 2" PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Dofner, K dan Hartono, A. J, 1995. "Iptek Penukar Ion" Andi Offset, Yogyakarta.
- Lenvil, G. Rich, 1963. "Unit Processes of Sanitary Engineering" John Wiley Limited and Sons, Inc, New York.
- Montgomery, J. M, 1985. "Water Treatment Principles and Design" A. Wiley Interscience Publication, Joh Wiley and Sons, New York.
- Nybakken, J. W, 1992. "Biologi Laut" PT. Gramedia Pustaka Utama