

EFFECT OF NAOH CONCENTRATION AND RESIDENCE TIME ON THE CONVERSION OF REMOVAL OF Ca^{2+} AND Mg^{2+} IN SEAWATER CONTINUOUSLY USING AN BAFFLED REACTOR

Dita Nurmala Trisanti, Harishul Ulum, Soemargono Soemargono, Nove Kartika Erliyanti*
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya No.1, Gunung Anyar, Kec. Gunung Anyar, Kota Surabaya 60294, Indonesia

*E-mail corresponding author: nove.kartika.nke.tk@upnjatim.ac.id

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 19-03-2021 Received in revised form: 31-03-2021 Accepted: 07-04-2021 Published: 13-04-2021</p> <hr/> <p><i>Keywords:</i> Baffled reactor Conversion Residence time Seawater Sodium hydroxide</p>	<p><i>The aims of this study were to determine the effect NaOH concentration and residence time on the conversion of calcium (Ca^{2+}) and magnesium (Mg^{2+}) removal as impurities. The concentration of NaOH used in this study were 0.05N, 0.1N, 0.15N, and 0.2N. The reactor used in this study is an baffled reactor equipped with air as a stirrer with air flow rates of 10000, 15000, 20000, 25000, and 30000 ml/minute. The ratio between the flow rate of seawater toward the flow rate of NaOH solution in this study was 85ml/minute: 25ml/minute. The results showed that the NaOH concentration and residence time had a significant effect on the conversion of removal of (Ca^{2+}) and magnesium (Mg^{2+}) impurities. The best results were obtained at 0.25N NaOH concentration, residence time of 13,08 minute, and gas flow rate of 30000ml/minute with removal conversion of calcium (Ca^{2+}) of 73.083% and magnesium (Mg^{2+}) of 89.621%.</i></p>

PENGARUH KONSENTRASI NAOH DAN WAKTU TINGGAL TERHADAP KONVERSI PENGIKATAN Ca^{2+} DAN Mg^{2+} PADA AIR LAUT SECARA KONTINYU MENGGUNAKAN REAKTOR SEKAT MIRING

Abstrak- Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH dan waktu tinggal terhadap konversi pengikatan kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) sebagai pengotor. Konsentrasi NaOH yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,05, 0,1, 0,15, 0,2, dan 0,25N. Reaktor yang digunakan pada penelitian ini adalah reaktor sekat miring yang dilengkapi dengan udara sebagai pengaduk dengan kecepatan alir udara adalah 10000, 15000, 20000, 25000, dan 30000 mL/menit. Perbandingan laju aliran air laut terhadap laju aliran larutan NaOH yang digunakan pada penelitian ini adalah 85 mL/menit : 25 mL/menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH dan waktu tinggal mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap konversi pengikatan kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}). Hasil terbaik dihasilkan pada konsentrasi NaOH 0,25 N, waktu tinggal sebesar 13,08 menit, dan kecepatan alir gas sebesar 30.000 mL/menit dengan konversi pengikatan kalsium (Ca^{2+}) sebesar 73,083% dan konversi pengikatan magnesium (Mg^{2+}) sebesar 89,621%.

Kata kunci : air laut, natrium hidroksida, konversi, reaktor sekat miring, waktu tinggal.

PENDAHULUAN

Secara geografis, Indonesia merupakan negara maritim dengan luas laut sebanyak dua pertiga dari luas wilayahnya dengan garis pantai sepanjang 99.123 km, sehingga memiliki air laut yang melimpah sebagai bahan baku utama dalam pembuatan garam (NaCl) (Paweka, 2017). Kebutuhan garam semakin meningkat dengan adanya peningkatan jumlah penduduk dan industri

di Indonesia. Pada industri, garam (NaCl) banyak digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan kalium hidroksida (KOH), klor (Cl_2), dan larutan kaustik soda (NaOH) (Yansa dkk., 2015). Indonesia masih melakukan impor garam dari negara lain. Hal ini dikarenakan kualitas garam di Indonesia masih rendah yaitu mengandung kadar natrium klorida (NaCl) antara 80-92%. Kandungan lain dalam garam juga terdapat pengotor (*impurities*) seperti

magnesium klorida ($MgCl_2$), kalsium karbonat ($CaCO_3$), magnesium sulfat ($MgSO_4$), dan kalium klorida (KCl) yang dapat menurunkan kualitas dalam pembuatan garam, sehingga diperlukan beberapa metode untuk mengurangi kandungan *impurities* (Pujiastuti, 2019).

Berbagai macam metode dapat meningkatkan kualitas garam yaitu melalui metode pencucian dengan menggunakan larutan garam mendekati jenuh untuk melarutkan bahan pengotor, tetapi proses ini kurang efektif karena bahan pengotor yang dapat larut dalam air garam jenuh yaitu pengotor yang letaknya di permukaan sedangkan yang didalam garam tidak dapat dihilangkan. Metode lain yang dapat digunakan yaitu melalui proses rekristalisasi (Sumada dkk. 2016). Metode rekristalisasi kurang efektif karena produk yang berupa garam harus dilarutkan kembali dengan air kemudian dilakukan kristalisasi kembali sehingga membutuhkan biaya operasional yang besar (Sumada dkk. 2016). Peningkatan kualitas garam juga dapat melalui perbaikan bahan baku yaitu air laut dengan penambahan bahan pengikat pengotor, seperti barium klorida ($BaCl_2$), natrium hidroksida ($NaOH$), dinatrium fosfat (Na_2HPO_4), natrium karbonat (Na_2CO_3), dan kalsium klorida ($CaCl_2$) (Pujiastuti dkk. 2017).

Penelitian terdahulu dilakukan oleh Pujiastuti dkk. (2017) menggunakan metode pengikatan *impurities* dengan penambahan bahan kimia yaitu larutan Na_2HPO_4 2N 50 ml, Na_2CO_3 2N 50 ml, dan $NaOH$ 2N 50ml pada tiap satu liter air laut diperoleh hasil terbaik untuk larutan Na_2HPO_4 lebih efektif untuk pengikatan *impurities* yang berupa ion K^+ sebanyak 61,7% dan Mg^{2+} sebanyak 60,3%, larutan Na_2CO_3 lebih efektif untuk pengikatan ion Ca^{2+} sebanyak 92,6% dan Mg^{2+} sebanyak 89,6%, serta larutan $NaOH$ lebih efektif efektif untuk pengikatan ion Mg^{2+} sebanyak 90,8% dan ion Ca^{2+} sebanyak 87%.

Penelitian kedua dilakukan oleh Pujiastuti dkk. (2016) yaitu dengan pengikatan *impurities* air laut yang berupa ion Mg^{2+} , K^+ , SO_4^{2-} dengan penambahan bahan kimia yang berupa larutan Na_2HPO_4 sebanyak 8-16ml, ditambahkan larutan $NaOH$ 2N sampai pH 9, dan ditambahkan larutan $CaCl_2$ sebanyak 10-30 ml. Hasil terbaik diperoleh efisiensi pengikatan ion Mg^{2+} , K^+ , SO_4^{2-} dalam air laut sebanyak 97%, 96%, dan 92%.

Penelitian ketiga oleh Pujiastuti dkk. (2019) yaitu menggunakan metode rekristalisasi diperoleh hasil terbaik pada jumlah resin sebanyak 150 gram/liter dengan waktu kontak 25 menit diperoleh penyisihan ion Ca^{2+} sebanyak 93,6%, ion Mg^{2+} sebanyak 78,93%, ion K^+ sebanyak 25,00% dan ion SO_4^{2-} sebanyak 85,47%. Pada penelitian ini dilakukan dengan cara *batch* menggunakan alat tangki berpengaduk yang membutuhkan daya yang

besar dalam pengoperasiannya dan dalam pengoperasiannya membutuhkan waktu untuk mengosongkan dan membersihkan serta mengisi kembali. Pada penelitian keempat yang dilakukan oleh Soemargono dan Billah (2007) pada pembuatan kalsium karbonat dari bittern dan gas karbondioksida secara kontinyu dengan menggunakan alat reaktor sekat miring, diperoleh hasil terbaik pada kondisi pH awal, kecepatan alir gas CO_2 , kecepatan alir cairan, dan suhu masing-masing pada 8,7; 2265 mL/menit; 10 mL/menit; dan 303K, dengan konversi sebesar 38,40% dan kandungan $CaCO_3$ sebesar 21,34%. Penggunaan reaktor sekat miring yang bergerigi dapat memecah gelembung gas menjadi ukuran yang lebih kecil dan sebagai pengganti pengaduk mekanik, karena dalam proses kontinyu pola alir dalam reaktor gelembung ketika laju alir udara terlalu besar sering menimbulkan masalah pola alir slug (Soemargono, 2001). Aliran slug terjadi ketika laju aliran gas yang tinggi yang dapat membentuk kantung fase cair dan kantung fase gas. Hal ini dapat menyebabkan reaksi antar bahan dalam reaktor tidak homogen dan pola alir slug dapat menghasilkan tekanan yang tinggi dalam reaktor sehingga dapat menyebabkan kerusakan pada reaktor (Indarto dkk. 2014).

Berdasarkan uraian diatas perlu dilakukan peningkatan kualitas air laut dengan mengikat pengotor kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) dengan mereaksikan air laut dengan larutan $NaOH$ secara kontinyu dengan menggunakan alat reaktor sekat miring. Air laut sebagai bahan baku pembuatan garam direaksikan dengan bahan pengikat pengotor terlebih dahulu untuk mengurangi kandungan *impurities* karena biaya operasional yang dibutuhkan lebih murah. Penggunaan reaktor gelembung dengan sekat miring diharapkan bisa mengatasi masalah pola alir gas karena sekat miring yang bergerigi dapat memecah gelembung udara menjadi ukuran yang lebih kecil yang dapat mengganti pengaduk mekanik sehingga hasil pengadukan lebih homogen. Waktu pengosongan pada reaktor untuk pembersihan kembali membutuhkan waktu yang lebih sedikit. Pengaduk yang menggunakan gas juga dapat mengefisiensi daya listrik yang dibutuhkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi $NaOH$ dan waktu tinggal terhadap konversi pengikatan kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) sebagai pengotor.

METODE PENELITIAN

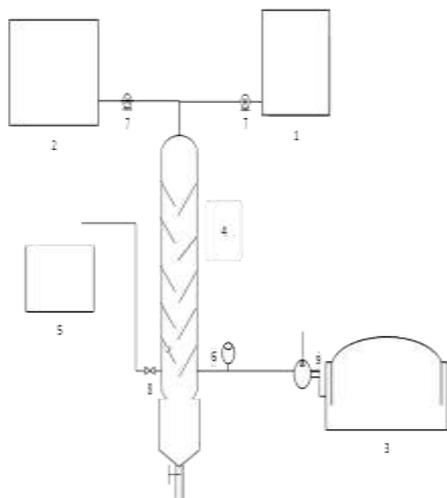
Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu air laut yang diambil dari Pantai Biru, Bangkalan, Madura. Air laut yang diambil dianalisis terlebih dahulu kandungan yang ada dengan metode uji AAS. Bahan yang kedua adalah

natrium hidroksida (NaOH) teknis yang diperoleh dari toko bahan kimia UD. Nirwana Abadi, Surabaya.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu serangkaian alat reaktor sekat miring. Alat pendukung dalam penelitian ini adalah (1) tangki penampung larutan NaOH, (2) tangki penampung air laut, (3) kompresor, (4) reaktor sekat miring, (5) tangki produk, (6) rotameter, (7) pompa, (8) valve, (9) pengatur kecepatan aliran gas. Rancangan alat penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian Alat Reaktor Sekat Miring

Prosedur Penelitian Persiapan Bahan Baku

Mula-mula reaktor diisi dengan air laut dengan volume 1400 mL. Udara dialirkan dari kompresor dengan kecepatan alir udara 10.000 mL/menit; 15.000 mL/menit; 20.000 mL/menit; 25.000 mL/menit; 30.000 mL/menit. Cairan diteteskan dari dalam tangki umpan 1 berupa larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 0,05N; 0,1N; 0,15N; 0,2N; 0,25N dan tangki umpan 2 berupa air laut. Perbandingan volume larutan NaOH dan air laut di dalam tangki umpan sebesar 2:5 dengan debit larutan NaOH sebesar 25 mL/menit dan debit air laut sebesar 80 mL/menit. Waktu tinggal cairan di dalam reaktor ditentukan dari hubungan kecepatan alir gas, G (mL/menit) dengan kecepatan alir cairan, L (mL/menit). Kecepatan alir cairan pada air laut dan larutan natrium hidroksida (NaOH) diatur oleh pompa, dan kecepatan alir gas diatur oleh kran pada kompresor yang nilainya ditunjukkan oleh rotameter. Adanya penghalang atau sekat yang bergerigi dengan arus yang berlawanan arah maka pencampuran antara cairan dan gas dapat berlangsung dengan baik. Perekasian natrium

hidroksida (NaOH) dengan air laut akan dihentikan apabila dalam keadaan *steady state*.

Analisis Kondisi *Steady State*

Kondisi *steady state* dapat dianalisis dengan 2 cara yaitu:

1. Titrasi

Tahap titrasi ini dilakukan dengan titrasi produk yang mengandung NaOH dengan titran yang digunakan yaitu HCl 0,1M yang telah distandarisasi dengan larutan natrium karbonat (Na_2CO_3) dengan konsentrasi 0,038M dengan indikator *metil orange* (MO). Apabila titran yang dibutuhkan pada saat titrasi produk sudah sama pada setiap interval waktu 5 menit setelah waktu 15 menit maka produk dapat diambil. Titrasi dilakukan untuk mengetahui komposisi NaOH di dalam reaktor dan di produk sudah sama.

2. Refraktometri Salinitasi

Refraktometri salinitasi merupakan tahap untuk menganalisis kadar NaCl dalam air laut pada produk yang dihasilkan. Apabila kadar NaCl di produk sudah sama maka sudah mencapai kondisi *steady state*.

Setelah mencapai keadaan *steady state*, hasil ditampung di tangki produk dengan proses filtrasi. Filtrat yang didapatkan dari hasil filtrasi dianalisis kandungan kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) dengan metode uji AAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Waktu Tinggal di dalam Reaktor Sekat Miring

Waktu tinggal di dalam reaktor sekat miring dipengaruhi oleh kecepatan alir gas yang masuk ke dalam reaktor. Kecepatan alir gas dapat mempengaruhi volume bahan yang tertinggal di dalam reaktor. Hubungan antara kecepatan alir gas dengan volume bahan yang tertinggal di dalam reaktor disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan antara Kecepatan Alir Gas, G (mL/menit) dengan Volume Cairan yang Tertinggal di dalam Reaktor, V (mL)

G (mL/menit)	V (mL/menit)
10.000	1.367
15.000	1.362
20.000	1.347
25.000	1.337
30.000	1.332

Waktu tinggal cairan di dalam reaktor, t (menit) menurut Soemargono dan Billah (2007) ditentukan oleh kecepatan alir cairan, L (ml/menit) dan volume cairan yang tertinggal di dalam reaktor, V (mL) dengan persamaan:

$$t = \frac{V}{L} \quad (1)$$

Volume cairan yang tertinggal didalam reaktor, V (mL) dipengaruhi oleh besarnya kecepatan alir gas G (mL/menit). Volume suspensi yang tertinggal dalam reaktor dapat dihitung dari selisih volume cairan mula-mula di dalam reaktor sebelum dialiri gas, V₀ (mL) dan volume yang keluar setelah digelembungkan gas, V_k (mL) dengan persamaan:

$$V = V_0 - V_k \tag{2}$$

Hubungan antara V₀, V, dan G bisa dinyatakan dalam bentuk persamaan:

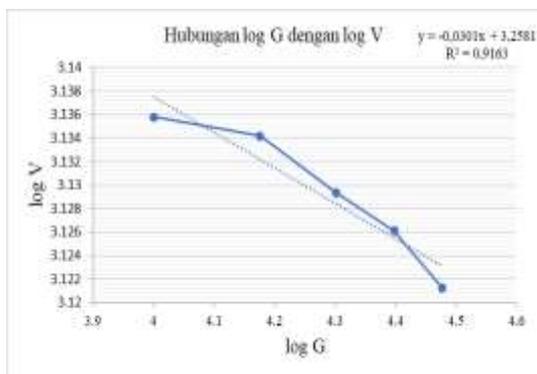
$$\frac{V}{V_0} = G^a \tag{3}$$

$$V = V_0 \times G^a \tag{4}$$

Pada persamaan (4) dan persamaan (1) dapat dihubungkan menjadi:

$$t = \frac{V_0 \times G^a}{L} \tag{5}$$

Berdasarkan hasil percobaan yang menyatakan hubungan kecepatan alir gas, G (mL/menit) dengan volume cairan yang tertinggal di dalam reaktor, V(mL) dari Tabel 1. apabila dihubungkan antara log V dengan log G maka terbentuk garis lurus pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan log G dengan log V

Hubungan log G dengan log V pada Gambar 2. membentuk garis lurus dengan persamaan:

$$\text{Log } V = -0,0301 \text{ Log } G + 3,2581 \tag{6}$$

Persamaan (6) dapat diubah menjadi:

$$V = 1811,757 \times G^{-0,0301} \tag{7}$$

Persamaan (7) dapat disubstitusi dengan persamaan (1) menjadi:

$$t = \frac{1811,757 \times G^{-0,0301}}{L} \tag{8}$$

Berdasarkan persamaan (8) dengan kecepatan alir gas, G (mL/menit) pada Tabel 1. dan dengan

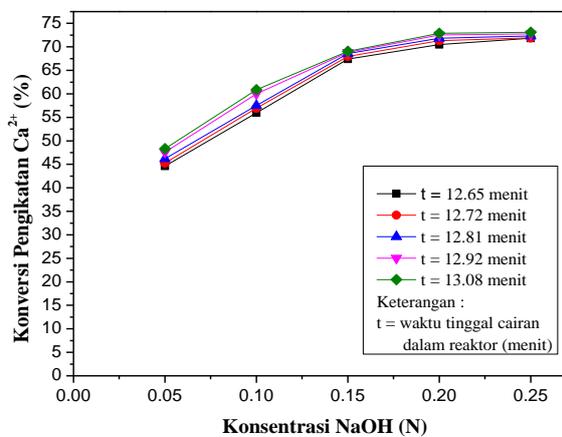
kecepatan alir cairan, L (mL/menit) sebesar 105 mL/menit, maka hubungan antara kecepatan alir gas, G (mL/menit) dengan waktu tinggal cairan di dalam reaktor, t (menit) pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan antara Kecepatan Alir Gas, G (mL/menit) dengan Waktu Tinggal Cairan di dalam Reaktor, t (menit)

G (mL/menit)	t (menit)
10.000	12,65
15.000	12,72
20.000	12,81
25.000	12,92
30.000	13,08

Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu Tinggal terhadap Konversi Pengikatan Ca²⁺

Pengikatan *impurities* kalsium (Ca²⁺) bisa dilakukan dengan penambahan larutan natrium hidroksida (NaOH) ke dalam air laut. Pengikatan kalsium (Ca²⁺) dalam air laut dilakukan dengan konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) yaitu 0,05N; 0,1N; 0,15N; 0,2N; 0,25N dan kecepatan alir gas 10.000 mL/menit; 15.000 mL/menit; 20.000 mL/menit; 25.000 mL/menit; dan 30.000 mL/menit. Hubungan antara pengaruh konsentrasi NaOH terhadap konversi pengikatan kalsium (Ca²⁺) dalam air laut yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu Tinggal terhadap Konversi Pengikatan Ca²⁺

Gambar 3 menunjukkan bahwa konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) sebanding dengan konversi pengikatan kalsium (Ca²⁺) dalam air laut. Semakin besar konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) menyebabkan konversi pengikatan kalsium (Ca²⁺) dalam air laut semakin besar. Hal ini dikarenakan larutan natrium hidroksida (NaOH) yang ditambahkan ke dalam air laut dapat menurunkan konsentrasi kalsium (Ca²⁺) di dalam air laut. Larutan natrium hidroksida (NaOH) akan bereaksi dengan kalsium (Ca²⁺) membentuk kalsium hidroksida (Ca(OH)₂) yang merupakan

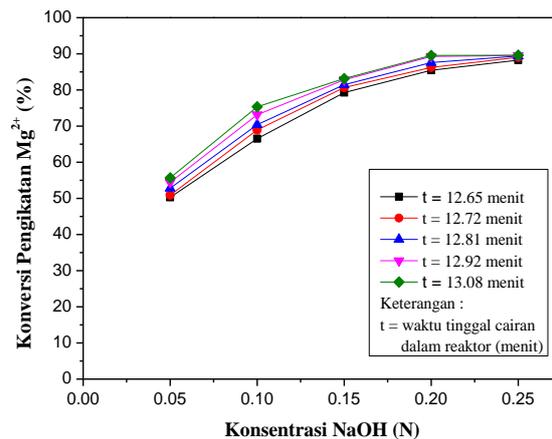
padatan yang tidak larut dalam air dan akan mengendap (Pujiastuti dkk., 2017). Konversi pengikatan kalsium (Ca^{2+}) tertinggi pada konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) 0,25N dan waktu tinggal cairan di dalam reaktor 13,08 menit yaitu 73,083%.

Gambar 3 juga menunjukkan bahwa waktu tinggal cairan di dalam reaktor juga sebanding dengan konversi pengikatan kalsium (Ca^{2+}) dalam air laut. Semakin lama waktu tinggal cairan di dalam reaktor konversi pengikatan kalsium (Ca^{2+}) dalam air laut semakin besar. Hal ini disebabkan karena waktu tinggal cairan di dalam reaktor dipengaruhi oleh kecepatan alir gas yang masuk ke reaktor. Kecepatan alir gas yang diperbesar menyebabkan pola alir slug. Reaktor sekat miring bergerigi berfungsi untuk memecah gelembung gas yang masuk ke dalam reaktor, sehingga udara dengan kecepatan alir yang besar masih bisa menjadi pengaduk untuk mereaksikan kalsium (Ca^{2+}) dalam air laut dengan larutan NaOH (Soemargono, 2001).

Kecepatan alir gas yang diperbesar menyebabkan waktu tinggal bahan di dalam reaktor semakin singkat, sebaliknya apabila kecepatan alir gas diperkecil maka waktu tinggal bahan di dalam reaktor semakin lama yang menyebabkan waktu reaksi antar bahan semakin lama dan bahan akan lebih banyak yang bereaksi (Soemargono dan Billah, 2007). Waktu tinggal yang semakin besar menyebabkan larutan Natrium Hidroksida (NaOH) dan kalsium (Ca^{2+}) dalam air laut memiliki waktu reaksi yang lebih lama sehingga menghasilkan lebih banyak endapan kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Konversi pengikatan kalsium (Ca^{2+}) tertinggi pada konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) 0,25N dan waktu tinggal cairan di dalam reaktor 13,08 menit yaitu 73,083%.

Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu Tinggal terhadap Konversi Pengikatan Mg^{2+}

Pengikatan *impurities* yang berupa magnesium (Mg^{2+}) bisa dilakukan dengan penambahan larutan natrium hidroksida (NaOH) ke dalam air laut. Pengikatan magnesium (Mg^{2+}) dalam air laut dilakukan dengan konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) yaitu 0,05N; 0,1N; 0,15N; 0,2N; 0,25N dan kecepatan alir gas 10.000 mL/menit; 15.000 mL/menit; 20.000 mL/menit; 25.000 mL/menit; dan 30.000 mL/menit. Hubungan antara pengaruh konsentrasi NaOH terhadap konversi pengikatan magnesium (Mg^{2+}) dalam air laut disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Waktu Tinggal terhadap Konversi Pengikatan Mg^{2+}

Gambar 4 menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH sebanding dengan konversi pengikatan magnesium (Mg^{2+}) dalam air laut. Semakin besar konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) konversi pengikatan magnesium (Mg^{2+}) dari air laut juga semakin besar. Hal ini disebabkan larutan natrium hidroksida (NaOH) yang ditambahkan ke dalam air laut dapat menurunkan konsentrasi magnesium (Mg^{2+}) di dalam air laut. Larutan natrium hidroksida (NaOH) akan bereaksi dengan magnesium (Mg^{2+}) membentuk magnesium hidroksida ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) yang merupakan padatan yang tidak larut dalam air dan akan mengendap (Pujiastuti dkk., 2017). Konversi pengikatan magnesium (Mg^{2+}) tertinggi pada konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) 0,25N dan waktu tinggal cairan di dalam reaktor 13,08 menit yaitu 89,621%.

Gambar 4 juga menunjukkan bahwa waktu tinggal cairan di dalam reaktor sebanding dengan konversi pengikatan magnesium (Mg^{2+}) dalam air laut. Semakin besar waktu tinggal cairan di dalam reaktor maka konversi pengikatan magnesium (Mg^{2+}) semakin besar. Hal ini disebabkan karena waktu tinggal cairan di dalam reaktor dipengaruhi oleh kecepatan alir gas yang masuk ke reaktor. Kecepatan alir gas yang diperbesar menyebabkan pola alir slug. Reaktor sekat miring bergerigi berfungsi untuk memecah gelembung gas yang masuk ke dalam reaktor, sehingga udara dengan kecepatan alir yang besar masih bisa menjadi pengaduk untuk mereaksikan magnesium (Mg^{2+}) dalam air laut dengan larutan NaOH (Soemargono, 2001). Kecepatan alir gas yang diperbesar menyebabkan waktu tinggal bahan di dalam reaktor semakin singkat, sebaliknya apabila kecepatan alir gas diperkecil maka waktu tinggal bahan di dalam reaktor semakin lama yang menyebabkan waktu reaksi antar bahan semakin lama dan bahan akan lebih banyak yang bereaksi (Soemargono dan Billah, 2007). Waktu tinggal yang semakin besar

menyebabkan larutan natrium hidroksida (NaOH) dan magnesium (Mg^{2+}) dalam air laut memiliki waktu reaksi yang lebih lama sehingga menghasilkan lebih banyak endapan magnesium hidroksida ($Mg(OH)_2$). Konversi pengikatan magnesium (Mg^{2+}) tertinggi pada konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) 0,25N dan waktu tinggal cairan di dalam reaktor 13,08 menit yaitu 89,621%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa konversi pengikatan *impurities* kalsium (Ca^{2+}) dan magnesium (Mg^{2+}) dapat meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi larutan natrium hidroksida (NaOH) dan waktu tinggal cairan di dalam reaktor sekat miring. Hasil terbaik diperoleh pada konsentrasi natrium hidroksida (NaOH) 0,25N, waktu tinggal 13,08 menit, dan kecepatan alir gas 10.000 mL/menit dengan konversi pengikatan kalsium (Ca^{2+}) sebesar 73,083%, dan konversi pengikatan magnesium (Mg^{2+}) sebesar 89,621%.

DAFTAR PUSTAKA

- Paweka, Y.M., 2017. Analisis Natrium dalam Air Laut di Sekitar Pesisir Pantai Papua dengan Metode Spektroskopi Serapan Atom. *Jurnal IJAS*. 7(2): 19.
<https://doi.org/10.24198/ijas.v7i2.14987.g72>
- Pujiastuti, C., Sumada, K., Ngatilah, Y., 2016. *Removal of Mg^{2+} , K^+ , SO_4^{2-} Ions from Seawater by Precipitation Method*. *MATECH Web of Conference*. 58: 1.
 10.1051/mateconf/2016 801022
- Pujiastuti, C., Sumada, K., Ngatilah, Y., dan Muljani, S., 2017. *A Chemical Effectivity Study on Removal of Seawater Mg^{2+} , K^+ , Ca^{2+} and SO_4^{2-} Ions*. *American Scientific Publishers*. 23(12): 12252.
 10.116/asl.2017.10614
- Pujiastuti, C., Sumada, K., Ngatilah, Y., Putri, D.I., Laila, I.N., 2019. *Removal Impurities Garam dengan Metode Pertukaran Ion secara Batch*. *Journal of Research and Technology*. 5(1): 6.
- Soemargono, 2001. Kinetika Reaksi Karbonatasi Suspensi Serbuk Batuan Marmer dalam Reaktor Kolom Gelembung Bersekat Miring. *Reaktor*. 5(2): 84.
<https://doi.org/10.14710/reaktor.5.2.84-89>
- Soemargono, dan Billah, M., 2007. Pembuatan Kalsium Karbonat dari Bittern dan Gas Karbon Dioksida Secara Kontinyu. *Chemical Engineering Journal*. 11(1): 15.
 10.14710/reaktor-11.1.14-21
- Sumada, K., Dewati, R., dan Suprihatin, 2016. Garam Industri Berbahasan Baku Garam

Krosok dengan Metode Pencucian dan Evaporasi. *Jurnal Teknik Kimia*. 11(1): 36.

Yansa, H., Sandi, D.H., dan Umra, N.I., 2015. *Sea Water Filter With Circle Method* untuk meningkatkan Produksi Garam Beryodium menuju Pencapaian Swasembada Garam Nasional yang Berkelanjutan. *Jurnal PENA*. 2(1): 3.