

Pemurnian Larutan Garam (Brine) dari Impuritas Ca^{2+} dan Mg^{2+} dengan Penambahan Na_2CO_3 dan NaOH

Lustika Permanikasari (L2C005279) dan Wanti Andriyani (L2C005326)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Pembimbing: I Nyoman Widiasta, ST, MT.

Abstrak

Larutan garam dapur (brine) banyak digunakan sebagai bahan baku dalam industri khlor alkali yang menghasilkan khlorin (Cl_2) dan sodium hidroksida (NaOH). Teknologi yang digunakan adalah elektrolisa larutan garam dengan sel membran. Pemurnian larutan garam dari impuritas-impuritasnya perlu dilakukan agar tidak terbentuk endapan CaCO_3 pada permukaan membran yang dapat menurunkan produksi akibat penurunan efisiensi membran, meningkatkan konsumsi power listrik akibat naiknya tekanan membran dan turunnya umur membran sehingga harus sering dilakukan penggantian sel membran dalam electrolyzer. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memurnikan garam dapur dari impuritas Ca^{2+} dan Mg^{2+} dengan proses kimia yaitu menambahkan Na_2CO_3 20% w dan NaOH sehingga terbentuk endapan CaCO_3 dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ serta mengetahui efektivitas penambahan flokulan dalam reaksi pengendapan CaCO_3 dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Dari penelitian ini diperoleh kadar yang sesuai spesifikasi larutan garam sebagai umpan electrolyzer pada saat penambahan 0,9 ml Na_2CO_3 20 %w tanpa flokulan dengan kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} masing-masing 9,619 ppm dan 7,290 ppm atau dengan menggunakan flokulan spesifikasi dapat tercapai pada penambahan 0,6 ml Na_2CO_3 20 %w dengan kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} masing-masing 8,016 ppm dan 6,804 ppm. Sehingga dari penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa penambahan flokulan cukup mempengaruhi penurunan kadar Ca^{2+} maupun Mg^{2+} .

Kata kunci: electrolyzer; flokulan ; impuritas ; larutan garam ; pemurnian

Abstract

Sodium Chloride brines widely used as raw material in chlor-alkali's industry to produce chlorine (Cl_2) and sodium hydroxide (NaOH) using electrolytic decomposition of sodium chloride brines in a membrane cell. Purification of sodium chloride brines from impurities is necessary employed to prevent formation of precipitates of Calcium Carbonate on surface membrane which is causing decrease of current efficiency, increase of electrolytic voltage and decrease of lifetime membrane so it must be changed. The invention relates to the purification of Sodium Chloride brines from dissolved calcium and magnesium wherein the raw brine is treated by contacting the brine with sodium carbonate 20% w for precipitation of calcium carbonate and contacting with sodium hydroxide for precipitation of magnesium hydroxide using chemical process and then to know the effectivity of flocculant in precipitate reaction of CaCO_3 and $\text{Mg}(\text{OH})_2$. From this research is obtained appropriate rate specification of brine as electrolyzer's feed at the addition 0,9 ml Na_2CO_3 20 % w without flocculant with Ca^{2+} rate are 9,619 ppm and Mg^{2+} rate are 7,290 ppm or by using flocculant specification can be reached at the addition 0,6 ml Na_2CO_3 20 % w with Ca^{2+} rate are 8,016 ppm and Mg^{2+} rate are 6,804 ppm. So from this research is obtained conclusion that addition of flocculant enough influence degradation of Ca^{2+} and Mg^{2+} rate.

Key Words: electrolyzer; flocculant; impurities; purification; raw brines

Pendahuluan

Garam dapur (sodium klorida) banyak digunakan sebagai bahan baku dalam industri khlor alkali, yaitu industri yang menghasilkan khlorin (Cl_2) dan sodium hidroksida (NaOH) yang banyak dibutuhkan oleh industri lain seperti industri pulp dan kertas, tekstil, deterjen, sabun, dan pengolahan air limbah [1]. Teknologi terkini yang digunakan pada industri khlor alkali untuk menghasilkan khlorin (Cl_2) dan sodium hidroksida (NaOH) adalah elektrolisa larutan garam (brine). Teknologi ini dipilih karena harga bahan baku garam lebih murah, kemurnian produk lebih tinggi serta tekanan dan temperatur operasinya rendah. Proses elektrolisa larutan garam

umumnya menggunakan sel membran karena jika dibandingkan dengan sel diaphragma dan sel merkuri, sel membran dapat menghasilkan produk elektrolisa dengan kemurnian yang lebih tinggi tetapi kelemahannya adalah larutan garam yang diumpankan ke *electrolyzer* harus mempunyai kemurnian yang tinggi [2]. Oleh karena itu, perlu dilakukan proses pemurnian larutan garam dari impuritasnya terlebih dahulu sebelum diumpankan ke *electrolyzer*.

Pemurnian larutan garam perlu dilakukan mengingat banyaknya impuritas yang terdapat di dalamnya. Impuritas yang terdapat dalam larutan garam meliputi senyawa yang bersifat higroskopis yaitu $MgCl_2$, $CaCl_2$, $MgSO_4$ dan $CaSO_4$, dan beberapa zat yang bersifat reduktor seperti Fe, Cu, Zn dan beberapa senyawa organik [3]. Impuritas-impuritas tersebut dapat bereaksi dengan ion hidroksil (OH^-) sehingga membentuk endapan putih $Ca(OH)_2$ dan $Mg(OH)_2$ yang akan menutupi permukaan membran sehingga dapat menghambat penyeberangan ion Na^+ dari anoda ke katoda [4]. Selain itu, akibat lain yang dapat ditimbulkan oleh endapan tersebut diantaranya menurunnya produksi akibat turunnya efisiensi membran, naiknya konsumsi power listrik akibat naiknya tekanan membran serta turunnya umur membran sehingga harus sering dilakukan penggantian sel membran dalam *electrolyzer* [2]. Spesifikasi larutan garam sebagai umpan *electrolyzer* adalah $NaCl$ 300 ± 20 gram/liter, $Ca^{2+} \leq 10$ ppm, $Mg^{2+} \leq 10$ ppm dan $TSS \leq 7$ ppm [5].

Penghilangan impuritas dari garam dapur dapat dilakukan dengan beberapa proses. Pada "**Melt Refining Process**", Sodium klorida dilelehkan kemudian ditreatment untuk dihilangkan impuritas berupa kalsium, magnesium dan sulfat. Proses ini tidak ekonomis karena dibutuhkan energi yang tinggi pada proses pelelehan [6]. Pada "**Cady Process**", ke dalam larutan garam yang mengandung $MgCl_2$, $CaCl_2$, $MgSO_4$ dan $CaSO_4$ pertama-tama ditambahkan Natrium Sulfat untuk mengendapkan $CaSO_4$ kemudian ditambahkan logam alkali karbonat dan logam alkali hidroksida untuk membentuk endapan $CaCO_3$, $SrCO_3$ dan $Mg(OH)_2$ [7]. Proses **Rekristalisasi** merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk memisahkan impuritas dari larutan garam. Teknik ini banyak digunakan pada industri Lithium dimana Lithium Hidroksida direkristalisasi untuk mengurangi konsentrasi ion Ca^{2+} dari 125 ppm menjadi 20-25 ppm [8]. Pemurnian larutan garam juga bisa dilakukan dengan menggunakan ion exchange logam oksida hidrat. Proses ini bertujuan untuk mengambil Ca^{2+} dan ion logam divalent dari larutan garam dengan cara mengkontakkan larutan garam dengan ion exchange yang mengandung oksida hidrat essential tertentu dari senyawa oksida hidrat Zirconium, Thitanium, Molybdenum, Thorium pada temperatur sekitar titik didih dari larutan garam yang akan dimurnikan [8]. Proses lainnya yaitu proses " **$Na_2CO_3/NaOH$** " merupakan salah satu proses yang paling banyak digunakan untuk memurnikan larutan garam yang mengandung impuritas Ca^{2+} , Mg^{2+} dan Sr^{2+} . Pada proses ini, larutan garam dicampur dengan logam alkali karbonat seperti Na_2CO_3 untuk membentuk endapan $CaCO_3$ dan $SrCO_3$. Endapan $CaCO_3$ dan $SrCO_3$ dipisahkan dari larutan. Kemudian ke dalam larutan tersebut ditambahkan $NaOH$ untuk membentuk $Mg(OH)_2$. Endapan $Mg(OH)_2$ dipisahkan dari larutannya dengan proses filtrasi. Untuk mengambil endapan sisa yang masih terlarut dalam filtrat, filtrat tersebut dilewatkan ke dalam *crystallizer*. Proses ini selain digunakan untuk memurnikan larutan garam dari impuritasnya juga bisa digunakan untuk memperoleh garam Sodium Klorida murni [9]. Proses " **$NaOH/Na_2CO_3$** " merupakan proses pemurnian garam yang hampir sama dengan proses " **$Na_2CO_3/NaOH$** " akan tetapi $NaOH$ ditambahkan terlebih dahulu ke dalam larutan garam baru setelah itu ditambahkan Na_2CO_3 [10].

Berdasarkan proses yang telah dilakukan sebelumnya, pada penelitian ini digunakan proses " **$Na_2CO_3/NaOH$** " untuk memurnikan larutan garam tanpa adanya kristalisasi. Proses kristalisasi tersebut tidak perlu dilakukan karena pada penelitian ini bukan untuk memperoleh garam Sodium Klorida murni tetapi hanya untuk menghilangkan impuritas yang terkandung dalam larutan garam. Proses pemurnian ini secara garis besar dilakukan dengan tiga tahap: **tahap pertama (koagulasi)**, yaitu dengan menambahkan ion dengan muatan yang berlawanan agar menimbulkan destabilisasi partikel koloid sehingga lapisan difusi akan mengecil dan memungkinkan bekerjanya gaya tarik menarik antar partikel. Koagulannya adalah Na_2CO_3 20 %w dan $NaOH$ yang ditambahkan ke dalam larutan garam dan dilakukan pengadukan. Na_2CO_3 20 %w ditambahkan terlebih dahulu sebelum $NaOH$ sebab apabila hidroksida ditambahkan lebih awal tanpa kehadiran karbonat maka hidroksida akan mudah pecah sehingga menyulitkan proses pengendapan [11]. **Tahap kedua (flokulasi)**, dengan penambahan flokulan untuk membentuk flok-flok yang lebih besar dan lebih berat, akibatnya densitas padatan yang terbentuk menjadi lebih besar dan laju pengendapan menjadi naik. Flokulasi dilakukan dengan pengadukan lambat untuk mencegah pecahnya flok tersebut. **Tahap ketiga (sedimentasi)**, semua flok-flok yang terbentuk akan turun ke dasar wadah memisahkan diri dari larutan dengan percepatan maksimum padatan sesuai konsentrasinya [12]. **Tahap keempat (Filtrasi)**, yaitu dengan melewati fluida yang telah terpisah dari endapannya pada medium penyaringan. Fluida lolos dari media penyaring sedangkan padatannya akan tertahan pada permukaan media penyaring. Gaya penggerak (driving force) pada proses filtrasi dapat berupa gaya gravitasi, tekanan, atau gaya sentrifugal [12].

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan konsentrasi Na_2CO_3 20 %w terhadap kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} sisa dengan proses " **$Na_2CO_3/NaOH$** " serta mengetahui efektivitas penambahan flokulan dalam reaksi pengendapan $CaCO_3$ dan $Mg(OH)_2$.

Bahan dan Metode Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah garam dapur (sodium klorida). Selain itu ada beberapa bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Na_2CO_3 20 %w sebagai pengendap Ca^{2+} , NaOH 0,1N sebagai pengendap Mg^{2+} , Polyaluminium chloride (PAC) 10 ppm sebagai flokulan, aquadest serta beberapa reagent kimia yang digunakan untuk analisa konsentrasi residu Ca^{2+} dan Mg^{2+} .

Peralatan yang digunakan pada proses pelarutan bahan baku meliputi beaker glass, pengaduk dan pemanas stirer sedangkan pada saat penyaringan digunakan corong dan kertas saring jenis MN. Proses pengadukan dilakukan dengan magnetic stirer agar kecepatannya konstan dimana larutan NaCl ditempatkan dalam sebuah erlenmeyer. Analisa konsentrasi secara kompleksometri dengan titrasi menggunakan buret. Serta digunakan peralatan-peralatan lain demi kelancaran penelitian.

Percobaan dimulai dengan melarutkan garam ke dalam aquadest dengan pemanasan pada suhu 70°C sehingga diperoleh konsentrasi sodium klorida 300 g/l. Analisa terlebih dahulu kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} awal di dalam larutan NaCl. Satu liter sodium klorida tersebut dibagi menjadi lima bagian masing – masing berisi 200 ml larutan NaCl sebagai *variabel tetap*. Sedangkan konsentrasi Na_2CO_3 20 %w di dalam larutan NaCl menjadi *variable berubah* dalam penelitian ini, dimana variasi penambahan Na_2CO_3 adalah 0,6; 0,7; 0,9; 1,1; 1,3; 1,5; 1,7; 1,9; 2,1; 2,3; 2,5; 2,7 ml dalam tiap 200 ml larutan NaCl, di samping pengaruh adanya penambahan flokulan. Penambahan Na_2CO_3 20 %w (sesuai dengan variable) ke dalam tiap-tiap variable tetap sambil diaduk dengan kecepatan dan waktu yang konstan yaitu 60 rpm selama 1 menit, kemudian diendapkan selama 45 menit. Pemisahan endapan dilakukan dengan penyaringan yang menggunakan kertas saring MN. Untuk mengendapkan Mg^{2+} , sample diatur pada pH 10 dengan NaOH 0,1 N sambil diaduk dengan kecepatan dan waktu yang konstan seperti saat penambahan Na_2CO_3 . Pengendapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dilakukan selama 6 jam. Endapan yang terbentuk dipisahkan dengan penyaringan yang menggunakan kertas saring jenis MN. Selanjutnya dilakukan analisa kembali terhadap konsentrasi Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang tersisa dalam larutan garam tersebut setelah perlakuan proses kimia dengan menggunakan metode kompleksometri. Percobaan yang sama diulangi dengan penambahan flokulan *Polyaluminiumchloride (PAC)* dengan konsentrasi 10 ppm.

Analisa terhadap kadar Mg^{2+} dapat dihitung jika kesadahan total dari larutan garam telah diketahui. Untuk menganalisa kesadahan total (Ca^{2+} dan Mg^{2+}) dilakukan dengan menambahkan 0,5 ml hidroxilamine, 0,5 ml KCN, 1 ml buffer amonia-amonium klorida dan indikator Eriochrome Black T (EBT) ke dalam 50 ml sample. Titrasi dengan larutan natrium EDTA 0,01 M sampai warna merah anggur berubah menjadi biru [7]. Catat kebutuhan titran dan hitung kesadahan total.

$$\text{Kesadahan total (sebagai ppm CaCO}_3) = \frac{V1 \cdot \text{MEDTA} \cdot \text{BM CaCO}_3 \cdot 1000}{\text{Volume sampel}} \dots\dots\dots(1)$$

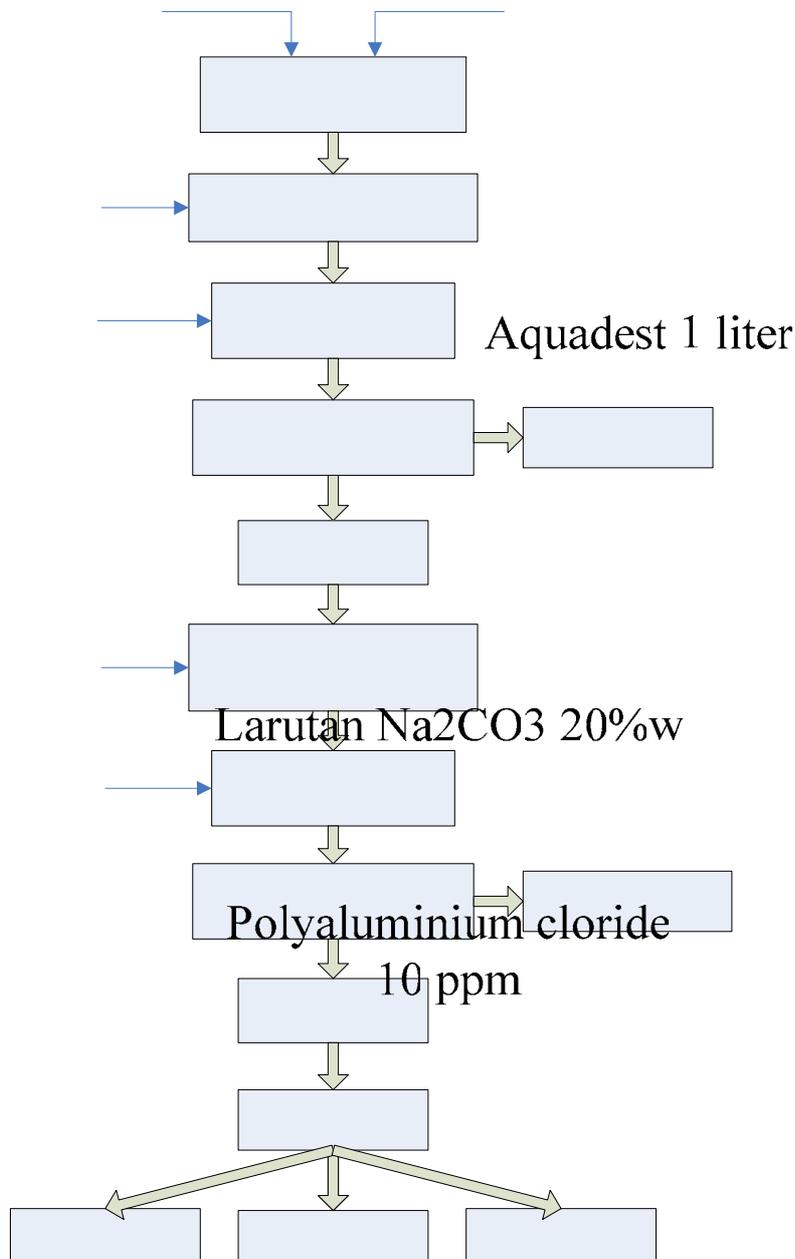
Sedangkan kadar Ca^{2+} itu sendiri dapat dianalisa dengan menambahkan 0,5 ml hidroxilamine, 0,5 ml KCN, 4 ml KOH dan indikator HHSSNa ke dalam 50 ml sample. Titrasi dengan larutan Natrium-EDTA 0,01 M sampai warna pink berubah menjadi biru [13]. Catat kebutuhan titran dan hitung kadar Ca^{2+} .

$$\text{Kadar Ca (sebagai ppm Ca)} = \frac{V2 \cdot \text{MEDTA} \cdot \text{BM Ca} \cdot 1000}{\text{Volume sampel}} \dots\dots\dots(2)$$

Sehingga kadar Mg^{2+} dapat dihitung dengan ketentuan di bawah ini:

$$\text{Kadar Mg (sebagai ppm Mg)} = \frac{(V1 - V2) \cdot \text{MEDTA} \cdot \text{BM Mg} \cdot 1000}{\text{Volume sampel}} \dots\dots\dots(3)$$

Secara garis besar tahapan-tahapan yang dilakukan dalam proses pemurnian larutan garam dapat ditunjukkan pada Gambar1.



Gambar 1. Skema prosedur percobaan pemurnian garam

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian pada proses pemurnian larutan garam (brine) untuk berbagai variasi penambahan konsentrasi Na₂CO₃ 20 %w tiap 200 ml larutan NaCl baik dengan maupun tanpa penambahan flokulan ditunjukkan dalam Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Komposisi larutan garam mula-mula

Parameter analisa	Satuan	Hasil
NaCl	g/l	300
Ca ²⁺	ppm Ca	153,910
Mg ²⁺	ppm Mg	67,068

Larutan NaOH 0,1 N

Polyaluminium chloride
10 ppm

Pela
(dipanask

Peng

Penam

Pemis
(disaring

Peng
(dia

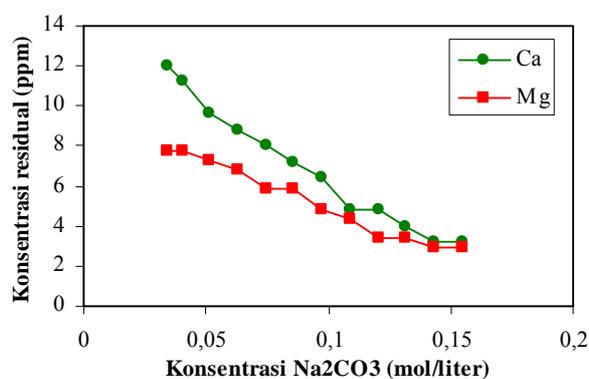
Penam

Tabel 2. Kadar impuritis sisa (residual) Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada berbagai variasi penambahan konsentrasi Na_2CO_3 20%w dengan atau tanpa flokulan.

Volume Na_2CO_3 (ml) tiap 200 ml larutan NaCl	Konsentrasi Na_2CO_3 tiap 200 ml larutan NaCl (mol/liter)	tanpa flokulan		dengan flokulan	
		ppm Ca	ppm Mg	ppm Ca	ppm Mg
0,6	0,0344	12,024	7,776	8,016	6,804
0,7	0,0401	11,222	7,776	8,016	6,804
0,9	0,0516	9,619	7,290	7,214	6,318
1,1	0,0630	8,818	6,804	6,413	5,832
1,3	0,0745	8,016	5,832	5,611	5,346
1,5	0,0859	7,214	5,832	5,611	5,346
1,7	0,0974	6,413	4,860	5,611	4,374
1,9	0,1089	4,81	4,374	4,010	2,430
2,1	0,1203	4,81	3,402	4,010	1,944
2,3	0,1318	4,01	3,402	3,210	1,458
2,5	0,1432	3,21	2,916	2,405	1,458
2,7	0,1547	3,21	2,916	2,405	0,972

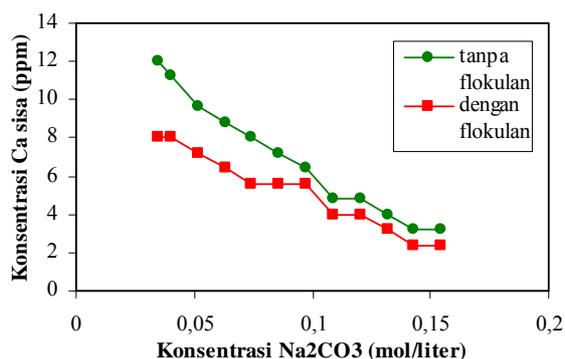
Penambahan Na_2CO_3 bertujuan untuk menghilangkan impuritas Ca^{2+} sebagai endapan CaCO_3 , sedangkan untuk menghilangkan impuritas Mg^{2+} dengan menambahkan NaOH pada pH 10 sehingga terbentuk endapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Pengendapan mulai terjadi jika tetapan hasil kali kelarutan (Ksp) suatu senyawa dilampaui [14]. Hasil kali kelarutan (Ksp) dalam keadaan sebenarnya merupakan nilai akhir yang dicapai oleh hasil kali ion ketika keseimbangan tercapai antara fase padat dari garam yang hanya sedikit larut dan larutan itu, oleh karena itu hasil kali ion berbeda dengan hasil kali kelarutan (Ksp), sistem itu akan berusaha menyesuaikan dirinya sendiri sehingga hasil kali ion mencapai nilai hasil kali kelarutan (Ksp). Jadi untuk dapat membentuk endapan CaCO_3 dan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ hasil kali ion harus dibuat lebih besar dari hasil kali kelarutannya (Ksp CaCO_3 adalah $4,8 \times 10^{-9}$ mol/liter dan Ksp $\text{Mg}(\text{OH})_2$ adalah $3,4 \times 10^{-11}$ mol/liter) yaitu dengan menambahkan ion sekutunya [15] [16].

Pengaruh penambahan konsentrasi Na_2CO_3 20 %w ke dalam larutan NaCl juga dapat ditunjukkan pada Gambar 2. Dapat dilihat disini bahwa pengaruh penambahan konsentrasi Na_2CO_3 20 %w sangat besar pada proses pemurnian larutan garam dari impuritas Ca^{2+} maupun Mg^{2+} .



Gambar 2. Hubungan konsentrasi Ca^{2+} dan Mg^{2+} sisa terhadap konsentrasi Na_2CO_3 20 %w yang ditambahkan ke dalam larutan NaCl.

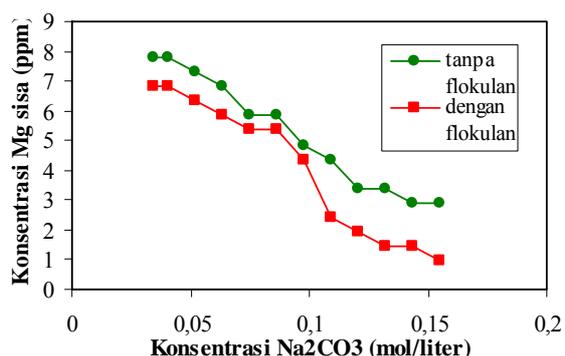
Kadar impuritas Ca^{2+} sangat besar penurunannya setelah penambahan 0,6 ml Na_2CO_3 20 %w yaitu dari kadar awal adalah 153,91 ppm turun menjadi 12,024 ppm, seperti terlihat dari Tabel 1 dan 2. Secara teoritis CaCO_3 dapat mengendap sempurna dengan penambahan Na_2CO_3 20 %w sebanyak 0,6 ml tetapi pada praktisnya masih terdapat impuritas Ca^{2+} yang tertinggal. Seberapa pun besarnya konsentrasi salah satu ion dinaikkan dengan sengaja, konsentrasi ion lainnya tak dapat dikurangkan sampai nol karena hasil kali kelarutan merupakan nilai yang konstan [16]. Untuk memenuhi spesifikasi larutan garam yang diinginkan sebagai umpan elektrolyzer, penambahan konsentrasi Na_2CO_3 20 %w dilakukan dan diperoleh impuritas sisa yang diizinkan pada penambahan volume 0,9 ml dengan kadar Ca^{2+} sisa 9,619 ppm. Seperti telah dikemukakan sebelumnya bahwa spesifikasi larutan garam sebagai umpan *electrolyzer* untuk $\text{Ca}^{2+} \leq 10$ ppm dengan konsentrasi larutan NaCl 300 ± 20 gram/liter. Pengaruh penambahan konsentrasi Na_2CO_3 20 %w terhadap kadar Ca^{2+} yang tak terendapkan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan konsentrasi Ca²⁺ sisa terhadap penambahan konsentrasi Na₂CO₃ 20 %w pada volume larutan NaCl yang tetap dengan atau tanpa adanya flokulan.

Penambahan flokulan juga cukup mempengaruhi penurunan konsentrasi Ca²⁺, seperti terlihat pada Gambar 3. Flokulan Polyaluminium Chloride (PAC) secara efektif membentuk flok-flok yang lebih besar dan lebih berat dengan adanya gaya antar molekul yang diperoleh dari pengadukan. Penambahan flokulan sangat efektif dalam proses pemurnian larutan garam seperti terlihat dari Gambar 3. Spesifikasi dapat dicapai hanya dengan penambahan 0,6 ml Na₂CO₃ 20 %w dengan kadar Ca²⁺ sisa adalah 8,016 ppm dengan adanya flokulan. Jika tanpa menggunakan flokulan spesifikasi baru dapat dicapai pada saat penambahan 0,9 ml Na₂CO₃ 20 %w itupun dengan kadar 9,619 ppm, sedangkan kadar Ca²⁺ sisa sebesar 8,016 ppm tanpa penambahan flokulan baru diperoleh pada saat penambahan 1,3 ml Na₂CO₃ 20 %w (dapat dilihat dari Tabel 2). Dengan kata lain untuk mencapai kadar yang sama tanpa flokulan dibutuhkan selisih konsentrasi volume Na₂CO₃ 20 %w sebesar 0,4 ml dalam 200 ml larutan NaCl. Hal ini menunjukkan penggunaan flokulan cukup efektif untuk mencapai syarat spesifikasi yang diinginkan.

Spesifikasi umpan *electrolyzer* untuk kadar Mg²⁺ sisa adalah ≤ 10 ppm dengan konsentrasi larutan NaCl 300 ± 20 gram/liter. Dari Tabel 2 dapat dilihat dengan penambahan 0,6 ml Na₂CO₃ 20 %w baik tanpa atau dengan adanya flokulan, spesifikasi telah tercapai. Akan tetapi disini terdapat perbedaan kadar Mg²⁺ sisa yang diperoleh, yaitu 7,776 ppm tanpa flokulan dan 6,804 ppm jika menggunakan flokulan. Sehingga penambahan flokulan ini juga berpengaruh terhadap kadar Mg²⁺ sisa yang diperoleh walaupun tidak begitu besar. Gambar 4 akan menunjukkan secara keseluruhan pengaruh penambahan konsentrasi Na₂CO₃ 20 %w dan flokulan pada pemurnian larutan garam dari impuritas Mg²⁺. Penambahan konsentrasi Na₂CO₃ 20 %w secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap kadar Mg²⁺ sisa, karena kadar Mg²⁺ merupakan hasil pengurangan kadar total larutan NaCl dengan kadar Ca²⁺ sisa dimana endapan Mg(OH)₂ dipisahkan dengan pengaturan pH menggunakan NaOH 0,1 N.



Gambar 4. Hubungan konsentrasi Mg²⁺ sisa terhadap penambahan konsentrasi Na₂CO₃ 20 %w pada volume larutan NaCl yang tetap dengan atau tanpa adanya flokulan.

Dari penelitian ini konsentrasi Ca²⁺ dan Mg²⁺ sisa sangat dipengaruhi oleh adanya flokulan. Penggunaan flokulan untuk mencapai spesifikasi larutan garam sebagai umpan elektrolyzer dapat dicapai dengan 2 macam alternatif yaitu dengan penambahan 0,9 ml Na₂CO₃ 20 %w tanpa flokulan atau dengan penambahan 0,6 ml Na₂CO₃ 20 %w dengan adanya flokulan. Dalam hal ini terdapat selisih volume 0,3 ml Na₂CO₃ dengan dan tanpa flokulan untuk volume larutan garam 200 ml. Selisih ini sangatlah kecil dan dianggap kurang berarti, tetapi dalam skala besar jika larutan garam yang digunakan adalah 1 m³ maka diperoleh selisih 1,5 liter yaitu 4,5 liter volume Na₂CO₃ 20 %w tanpa

flokulan dan 3 liter Na_2CO_3 20 %w dengan flokulan. Jadi penggunaan flokulan perlu dipertimbangkan dalam pemurnian larutan garam sebagai umpan elektrolyzer sel membran.

Kesimpulan

Pemurnian larutan garam sangat dipengaruhi oleh konsentrasi Na_2CO_3 yang ditambahkan untuk mengendapkan Ca^{2+} sebagai CaCO_3 , sehingga kadar Ca^{2+} sisa menjadi kecil. Hal ini secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap kadar Mg^{2+} sisa, karena kadar Mg^{2+} merupakan hasil pengurangan kadar total sampel dengan kadar Ca^{2+} sisa dimana endapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dipisahkan dengan pengaturan pH. Secara keseluruhan, spesifikasi larutan garam sebagai umpan *electrolyzer* diperoleh pada saat penambahan 0,9 ml Na_2CO_3 20 %w tanpa flokulan dengan kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} masing-masing 9,619 ppm dan 7,290 ppm atau dengan menggunakan flokulan spesifikasi dapat tercapai pada penambahan 0,6 ml Na_2CO_3 20 %w dengan kadar Ca^{2+} dan Mg^{2+} masing-masing 8,016 ppm dan 6,804 ppm. Sehingga dari penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa penambahan flokulan cukup mempengaruhi penurunan kadar Ca^{2+} maupun Mg^{2+} .

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas petunjuk yang telah diberikan-Nya, Bapak I Nyoman Widiyasa, S.T., M.T., selaku pembimbing; Bapak Ir. Abdullah, M.S. Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro; Bapak Murdiono dan Ibu Dini selaku Staff Laboratorium Penelitian dan Lingkungan, serta semua pihak yang telah membantu penelitian ini hingga selesai.

Daftar Notasi

V_1 = Volume Na_2EDTA pada analisa kesadahan total, ml

V_2 = Volume Na_2EDTA pada analisa kadar Ca^{2+} , ml

M = Molaritas, mol/liter

BM = Berat Molekul, gram/mol

Daftar Pustaka

- [1] Austin, G.T., (1987), "*Shreve's Chemical Process Industries*", Kogakusha: McGrawHill.
- [2] Bahruddin, Zulfansyah, Aman, Ilyas Arin dan Nurfatihayati. 2003, "*Penentuan Rasio Ca/Mg Optimum pada Proses Pemurnian Garam Dapur*", Jurnal Natur Indonesia 6(1): 16-19 (2003), ISSN 1410-9379.
- [3] Saksono, N. (2000), "*Pengaruh Pencucian Terhadap Kandungan Zat Pengotor Hidroskopis dan Zat Pereduksi*", Bandung: Deperindag & PPAU Mikroelektronika ITB.
- [4] OxyTech. (1992), "*Membrane Electrolyzer Plant Analytical Manual*", USA: OxyTech System Inc.
- [5] Tarmizi, M., (2000), "*Primary Brine Treatment, Chlor Alkali 1300 T/D*", Perawang: PT. Indah Kiat Pulp & Paper Corp.
- [6] Dreland, D.T., (1974), "*Brine Purification Process*", U.S. Pat. No. 3,840651.,
- [7] Cady, W.R., (1956), "*Purifying Brine for The Soda Industry*", U.S. Pat. No. 2,764,472.
- [8] Frianezza, Teresita C., (1988), "*Purification of Brine with Hydrous Metal Oxide Ion Exchangers*", 2357, AmityAve., Gastonia, N.C, 28054.
- [9] Moore, M. D., (1973), "*Na₂CO₃/NaOH Brine Purification Process*", U.S. Pat. No. 3,753,900.
- [10] Kanno, I. and J. Yoshioka, (1967), "*Brine Purification by a Sludge Circulation Process*", 274-81,69 Chem. Abs. 61404(1968)
- [11] Elliot, D., (1999), "*Primary Brine Treatment*", *Eltech Chlorine/Chlorate Seminar Technology Bridge To The Millenium*. Ohio: Cleveland.
- [12] Brown, G.G., (1978), "*Unit Operations*", Tokyo: Charles E. Tuttle Co.
- [13] Greenberg, A.; Lenore, S.; Andrew D., (1992), "*Standart Methods for Examination of Water and Waste Water*" 18th edition. Washington: APHA.
- [14] Underwood, A.L. and Day, R.A., (1996), "*Analisis Kimia Kuantitatif*", edisi kelima. Jakarta: Erlangga.
- [15] Perry, R.H. and Green, D.W., (1997), "*Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th edition*". New York: McGraw Hill.
- [16] Vogel, (1990), "*Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*", edisi kelima. Jakarta: PT. Kalman Media Pusaka.