

# PENGARUH KONSENTRASI NaCl TERHADAP LAJU REAKSI PENGENDAPAN CaSO<sub>4</sub>

Jayanti (L2C604148) dan Kuku Setyaningsih (L2C604149)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

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

Pembimbing: Ir. Diah Susetyo Retnowati, MT.

## Abstrak

Lebih dari separuh wilayah Indonesia terdiri dari lautan, air laut merupakan bahan baku alami untuk proses desalinasi. Desalinasi untuk memenuhi kebutuhan air bersih merupakan suatu cara untuk memisahkan garam dan mineral lainnya dari air laut, atau air limbah untuk mendapatkan air bersih. Untuk mendukung proses desalinasi dibutuhkan data laju pengendapan larutan campuran CaSO<sub>4</sub> dan NaCl. Makalah ini mempelajari tentang pengaruh NaCl terhadap laju pengendapan CaSO<sub>4</sub>. Percobaan dilakukan pada keadaan isothermal (30°C), konsentrasi NaCl yang digunakan berkisar antara 0,5 sampai 1,5M, dan konsentrasi CaSO<sub>4</sub> berkisar 0,03–0,12M. Konsentrasi NaCl sangat berpengaruh pada laju pengendapan CaSO<sub>4</sub>. Laju pengendapan secara keseluruhan menjadi makin cepat pada konsentrasi NaCl yang lebih tinggi.

**Kata kunci:** CaSO<sub>4</sub>; Konsentrasi NaCl; laju pengendapan; Pengendapan;

## Abstract

More than a half of Indonesia's area consist of ocean, seawater was a natural raw material for desalination process. Desalination to fulfill the necessity of fresh water is a way to separate salt and other minerals from seawater, or waste water in order to get fresh water. To support the desalination process, data of mixed liquid CaSO<sub>4</sub> and NaCl precipitation rate absolutely needed. This paper examines the effect of NaCl concentration on kinetics of precipitation for CaSO<sub>4</sub>. Batch tests under isothermal (30°C) condition were carried out for NaCl concentration range between 0,5 to 1,5M of NaCl, calcium sulfate in range of 0,03 – 0,12M. Kinetics of CaSO<sub>4</sub> precipitation was found to be strongly affected by NaCl concentration. The overall rate of precipitation is faster at higher NaCl concentration.

**Key Words:** CaSO<sub>4</sub>; Desalination; precipitation; rate of precipitation

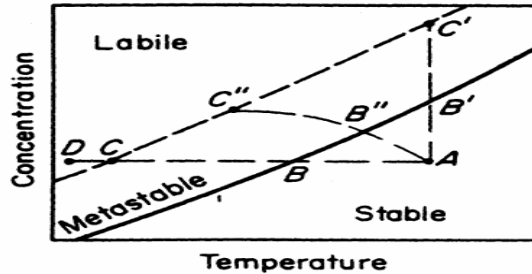
## 1. Pendahuluan

Sumber air bersih yang diperoleh dari air tanah semakin berkurang. Salah satu alternatif pemenuhan kebutuhan air bersih dengan memanfaatkan air laut menggunakan metode desalinasi.

Indonesia merupakan negara yang sebagian besar wilayahnya berupa lautan, sehingga tersedia banyak bahan baku untuk proses desalinasi. Desalinasi merupakan cara pemisahan garam dan mineral lainnya dari air laut, air payau maupun air dari hasil olahan limbah untuk mendapatkan air murni. Secara umum kandungan garam-garam terlarut yang paling banyak terdapat dalam air laut adalah kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>), kalsium sulfat (CaSO<sub>4</sub>) dan natrium klorida (NaCl). Untuk mendukung proses desalinasi diperlukan data-data pendukung yang meliputi data pengendapan larutan murni CaCO<sub>3</sub> dan CaSO<sub>4</sub> maupun pengendapan larutan campuran CaCO<sub>3</sub> dan CaSO<sub>4</sub> dengan garam yang lain,

khususnya NaCl. Data tersebut bermanfaat untuk mengatasi "scaling" yang sering muncul dalam sistem pengolahan air laut. Reaksi pengendapan  $\text{CaSO}_4$  murni berbeda dibandingkan dengan larutan  $\text{CaSO}_4$  yang bercampur dengan garam lain.

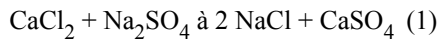
Supersaturasi (lewat jenuh) dapat didefinisikan sebagai konsentrasi yang berlebih dari konsentrasi jenuh., (Mc.Ketta,1981). Hal ini dapat ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 1 Diagram kelarutan

Pada gambar 1, daerah kelarutan dapat dibagi menjadi tiga daerah. Daerah stabil, berada di bawah garis yang melewati titik B dan B'. Pada daerah ini, kristal belum terbentuk. Sedangkan daerah metastabil, berada di antara garis yang melewati titik B-B' dan garis yang melewati titik C-C', pada daerah ini kristalisasi spontan dapat terjadi. Pertumbuhan inti kristal dapat terjadi di daerah metastabil sehingga kristal besar mudah diperoleh di daerah ini. Daerah labil, berada di atas garis yang melewati titik C dan C'. Pada daerah ini kristalisasi spontan dapat terjadi, dan laju pengendapan sangat cepat

Larutan supersaturasi  $\text{CaSO}_4$  dibuat dengan mencampurkan equimolar  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Kemungkinan reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Pada proses kristalisasi, setelah inti kristal terbentuk, kristal tidak langsung teramati ataupun mengendap, karena ukurannya yang sangat kecil. Inti kristal ini akan tumbuh karena menempelnya molekul-molekul solute selapis demi selapis pada permukaan inti kristal. Oleh karena itu molekul solute harus berdifusi dari badan (bulk) larutan menuju ke permukaan kristal. Dalam hal ini tahanan difusi sangat berpengaruh karena keberadaan molekul lain. Setelah ukuran kristal cukup besar, barulah kristal itu dapat teramati dan mengendap. Untuk menggambarkan kecepatan pengendapan, maka peristiwa pengendapan ini dianalogikan dengan persamaan sebagai berikut:

$$-r_A = -\frac{\partial C}{\partial t} = k_{rxn} \left\{ \left( \frac{C}{C_{eq}} \right) - 1 \right\}^n = k_{rxn} \{S - 1\}^n \quad (2)$$

Dari persamaan (2) dapat juga ditulis

$$-r_A = \left( -\frac{\partial C}{\partial t} \right)_0 = k_{rxn} \{S - 1\}^n \quad (3)$$

atau

$$\log(-r_A) = \log \left( -\frac{\partial C}{\partial t} \right) = \log k_{rxn} + n \log \{S - 1\} \quad (4)$$

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari laju pengendapan larutan garam  $\text{CaSO}_4$  yang bercampur dengan NaCl dan mencari nilai konstanta kecepatan pengendapan (k) dan konsentrasi jenuh yang optimum.

## 2. Bahan dan Metode Penelitian

### Bahan Utama

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah garam  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  p.a, garam  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  p.a, garam  $\text{NaCl}$  p.a, Aquadest.

#### **Bahan Pembantu**

$\text{Na}_2\text{EDTA}$  p.a, indikator EBT, absolute etanol p.a, larutan Buffer yang dibuat dari garam  $\text{NH}_4\text{Cl}$  p.a ditambah  $\text{NH}_3$  cair p.a dan aquadest, larutan Mg-EDTA yang dibuat dari garam  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  yang dilarutkan dalam aquadest dan larutan EDTA.

#### **Gambar Rangkaian Alat**



Gambar 2 Rangkaian alat presipitasi

Pada penelitian ini digunakan beberapa variabel proses yaitu variabel tetap dan variabel berubah. Variabel tetap yang digunakan adalah volum total larutan 700 ml, dan suhu pengendapan. Variabel bebas adalah konsentrasi  $\text{CaSO}_4$  dalam basis volum (0,03 M, 0,07 M, 0,12 M), dan konsentrasi  $\text{NaCl}$  yang ditambahkan dalam basis volum (0 M, 0,5 M, 1,0 M, 1,5 M), dan rancangan percobaan dapat dilihat pada tabel 1.

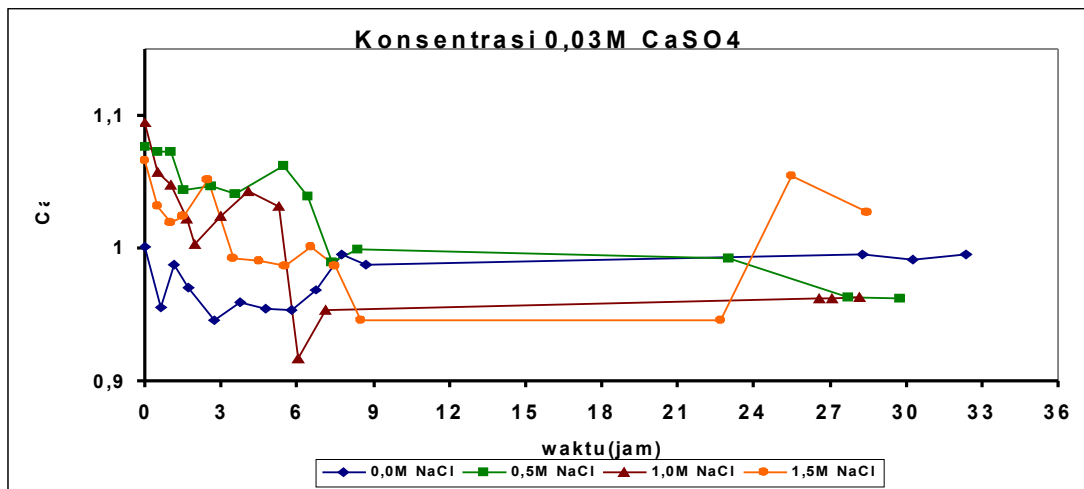
Tabel 1 rancangan percobaan

Run ke-	Konsentrasi CaSO <sub>4</sub> (M)	Konsentrasi NaCl (M)
1	0,03	0
2	0,03	0,5
3	0,03	1,0
4	0,03	1,5
5	0,07	0
6	0,07	0,5
7	0,07	1,0
8	0,07	1,5
9	0,12	0
10	0,12	0,5
11	0,12	1,0
12	0,12	1,5

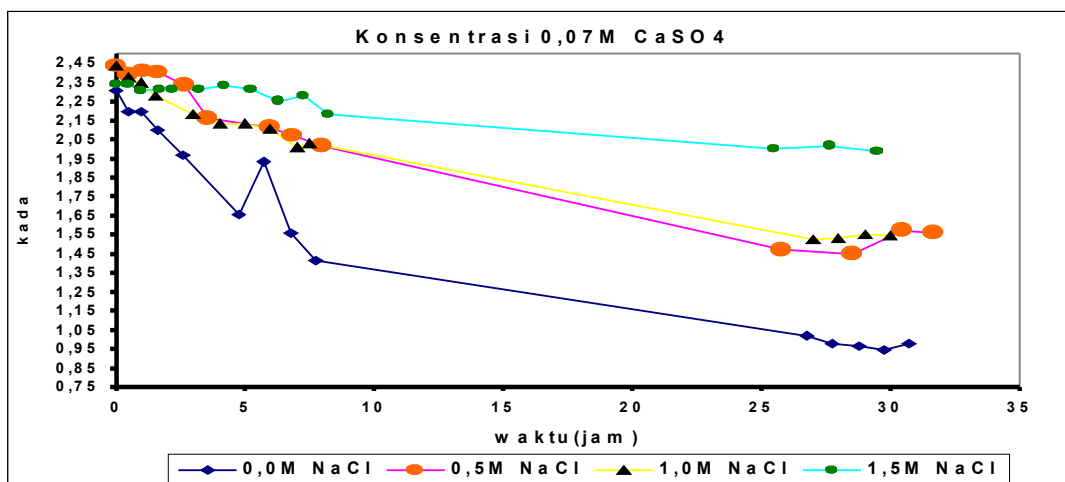
Yang dianalisa adalah konsentrasi ion Ca<sup>2+</sup> dalam larutan. Analisa dilakukan dengan metode titimetri menggunakan titran EDTA dan indikator EBT.

Larutan NaCl atau aquadest (untuk variabel 0.0M NaCl) 500ml dituang ke dalam beaker glass. Larutan CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O dengan konsentrasi dan volume tertentu serta larutan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi dan volume tertentu ditambahkan ke dalam beaker glass, kemudian diaduk selama 1 menit. Diambil 25 ml larutan sebagai waktu awal dan dianalisis kadar Ca<sup>2+</sup> nya. Sisa larutan dibagi menjadi 13 tabung masing-masing 50ml. Tiap 0,5 jam pada 2 jam pertama dilanjutkan dengan analisa tiap 1 jam hingga sampel habis.

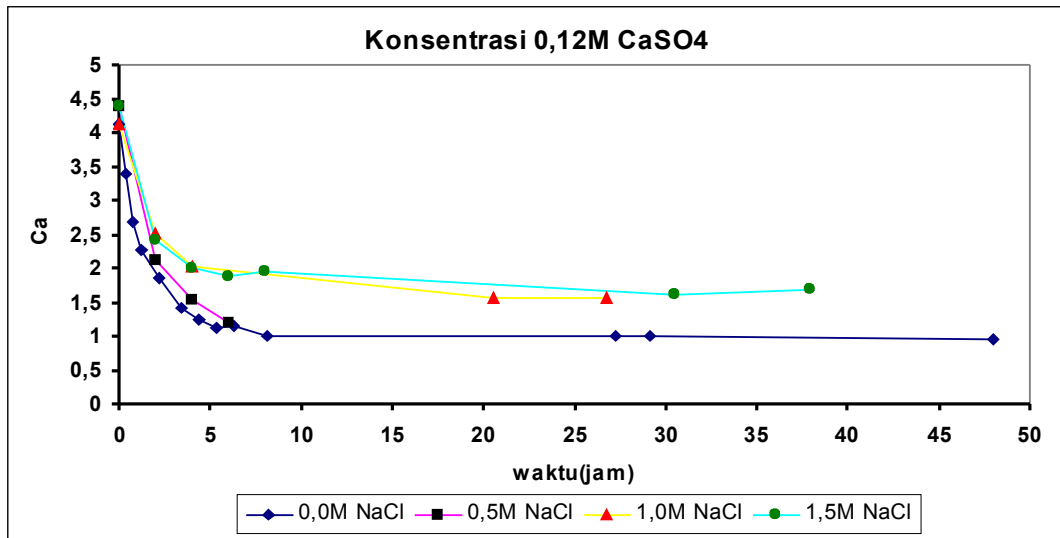
### 3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 3a Grafik hubungan Ca<sup>2+</sup> Vs waktu dengan penambahan NaCl berbagai konsentrasi



Gambar 3b Grafik hubungan  $\text{Ca}^{2+}$  Vs waktu dengan penambahan NaCl berbagai konsentrasi



Gambar 3c Grafik hubungan  $\text{Ca}^{2+}$  Vs waktu dengan penambahan NaCl berbagai konsentrasi

Dari gambar 3(a,b,c) dapat dilihat pengaruh penambahan NaCl dari konsentrasi 0,0M; 0,5M; 1,0M; 1,5M. Semakin besar konsentrasi NaCl yang ditambahkan, maka konsentrasi ion  $\text{Ca}^{2+}$  yang ada dalam larutan akan berkurang karena laju pengendapan semakin besar. Ukuran kristal  $\text{CaSO}_4$  bertambah besar dan menurunkan kejenuhan pada larutan. Dengan demikian meningkatnya konsentrasi NaCl yang ditambahkan membuat kecepatan pengendapan naik.

Pada konsentrasi  $\text{CaSO}_4$  yang lebih besar, kadar  $\text{Ca}^{2+}$  semakin besar, dengan kata lain laju pengendapan semakin meningkat. Pada konsentrasi  $\text{CaSO}_4$  tinggi, pengendapan dalam larutan terjadi spontan, sehingga kristal yang terbentuk berwarna putih dan pekat. Dengan semakin lama waktu, jumlah kristal  $\text{CaSO}_4$  yang terbentuk semakin banyak dan bergabung membentuk kristal besar. Untuk konsentrasi  $\text{CaSO}_4$  yang lebih rendah tidak terjadi pengendapan spontan sehingga kristal yang terbentuk berwarna putih dan menyerupai jarum.

Dari gambar 3 (a,b,c) juga dapat dilihat bahwa dalam waktu 9 jam grafik mulai berbentuk garis lurus. Hal ini berarti larutan mulai jenuh sehingga laju pengendapan menurun.

#### 4. Kesimpulan

Semakin besar konsentrasi NaCl dalam larutan  $\text{CaSO}_4$  maka laju pengendapan semakin meningkat. Peningkatan laju pengendapan juga terjadi pada konsentrasi  $\text{CaSO}_4$  yang lebih besar. Bentuk kristal yang teramati secara visual berwarna putih dan pekat untuk konsentrasi  $\text{CaSO}_4$  tinggi. Sedangkan untuk konsentrasi  $\text{CaSO}_4$  rendah, kristal berwarna putih dan berbentuk menyerupai jarum.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Badan Lemlit yang telah mendanai penelitian ini. Kepada Dosen pembimbing serta semua pihak yang telah bekerja sama dan mendukung penelitian ini sehingga dapat terselesaikan .

#### Daftar Notasi

$S, S_0$  = besaran koefisien supersaturasi

$C$  = konsentrasi solute dalam larutan (gram/100 gram solvent)

$C_{eq}$  = konsentrasi solute dalam larutan pada keadaan keseimbangan

## Daftar Pustaka

- A.G.Jones, "Crystallization Process Systems", Department of Chemical Engineering, UCL.London. 2002.59-60 pp.
- F.J.Milleno,Ann.,Rev,"Earth Planetary".Sci.,2.101.1974
- J.W.Mullin,"Crystallization", 4<sup>th</sup>ed,Emeritus Prof.of Chem.Eng.University of London. London.2001. 93-124 pp.
- Levenspiel, O., "Chemical Reaction Engineering", 2<sup>nd</sup> Ed. Jonh Wiley & Son, New York, , 1972.
- Mc.Ketta, "Encyclopedia of chemical engineers", Marcel Dekker, Inc. 1981, 153-154 pp.
- Nielsen, A.E. "Kinetics of Precipitation", Pergamon, Oxford. 1964.
- Patton, J. & W. Reeder, "Indikator baru untuk titrasi dari kalsium dengan (ethylenedinitrilo) tetraacetate". Anal. Chem, 1956.28:1026.
- Perry. Robert. H., "Perry's Chemical Engineers Handbook". 7<sup>th</sup> ed. Mc Graw Hill. New York. 1997. 18:35.
- Ruthven, D.M., "Encyclopedia of Separation Techniques", Vol.1, Jonh Wiley & Son. New York, 1997, 394 pp.
- Schweitzer. "Philip A, Handbook of separation Techniques for Chemical Engineers", Mc Graw- Hill, inc. New York. 1979. 152 pp.
- Tavare, N.S., "Industrial Crystallization, Process simulation analysis and design", Plenum Press, New York, 1995, 61 pp.
- R. Sheikholeslami dan H.W.K.Ong, "Kinetics and thermodynamics of calcium carbonate and calcium sulfate at salinities up to 1,5 M". Chem. Eng. Sci., 157(2003) 217-234.
- Rima Kosana Sari, dkk, "Analisa perancangan system kogenerasi pada GT-MHR ( gas Turbine Modular Helium Reaktor) untuk desalinasi air laut menggunakan proses MED-TVc (Multi Effect Distillation- Thermal Vapor Compression) ", prosiding Sem-Nas ke-12, (2006) 86-97.
- Syahputra, Benny., "Softening (Pelunakan) Pada Air Sadah". jurnal. 2007.