

# ANALISA PEMBENTUKAN KERAK GIPSUM DENGAN KONSENTRASI $\text{Ca}^{2+}$ : 3000 ppm DAN ADITIF $\text{Fe}^{2+}$

Windu Sediono\*

## Abstract

*Pengerakan (scaling) merupakan masalah yang kompleks dan selalu terjadi di dalam suatu industri. Terjadinya kerak karena proses alami adanya reaksi kimia antara kandungan-kandungan yang tidak dikehendaki yang terlarut di dalam air seperti:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ . Gypsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) adalah salah satu komponen utama dari kerak yang banyak dijumpai. Akibat adanya pengerakan ini akan merugikan yaitu mempertebal dinding pipa yang dilewati cairan dan dapat mempengaruhi laju aliran ataupun perpindahan panas. Oleh karena itu harus dilakukan pencegahan untuk menghambat pertumbuhan kerak dalam pipa tersebut. Dalam penelitian ini dilakukan eksperimen tentang pertumbuhan kerak gipsum dalam pipa uji, dengan mereaksikan  $\text{CaCl}_2$  dan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  pada laju alir 30 ml/menit dan konsentrasi larutan 3000 ppm,  $\text{Ca}^{2+}$ .  $\text{Fe}^{2+}$  ditambahkan kedalam larutan sebagai impuritas. Adapun pipa uji berisi empat pasang kupon terbuat dari kuningan karena tahan terhadap korosi. Pembentukan kristal gipsum dapat dilihat dari menurunnya nilai konduktivitas larutan pada waktu percobaan sehingga waktu induksinya pun dapat diketahui. Bentuk kristal gipsum dilihat dari hasil kajian morfologi yang dilakukan dengan menggunakan SEM, Massa kerak ditimbang untuk mengetahui pengaruh penambahan aditif terhadap massa kerak yang terjadi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan aditif  $\text{Fe}^{2+}$  5 ppm memperpanjang waktu induksi 15.3 %, menurunkan massa kerak 28.1 % dan penambahan aditif  $\text{Fe}^{2+}$  10 ppm memperpanjang waktu induksi 46.1 % menurunkan massa kerak 69 %.. Aditif juga mempengaruhi morfologi kristal gipsum yaitu kristal menjadi lebih pendek tapi tidak merubah bentuk kristal, yaitu tetap orthorhombik.*

**Keywords :**  $\text{Fe}^{2+}$ , Gypsum, Impuritas, Pencegahan Kerak

## PENDAHULUAN

Pengerakan (*scaling*) merupakan masalah yang kompleks dan selalu terjadi didalam suatu kegiatan industri terutama pada alat-alat *water reservoir*, *boiler*, *heat exchanger*, *condenser* dan pipa saluran air (Jamaialahmadi, 2007). Kerak didefinisikan sebagai suatu deposit dari senyawa-senyawa anorganik yang terendapkan dan membentuk timbunan kristal pada permukaan suatu substrat Pengerakan adalah proses alami yang terjadi karena adanya reaksi kimia antara kandungan-kandungan yang tidak dikehendaki yang terdapat dalam air. Dalam operasi produksi di industri sering ditemui kerak mineral seperti:  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CaCO}_3$  dan

\* Dosen Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro

MgSO<sub>4</sub>. Senyawa ini dapat larut dalam air. Gypsum adalah salah satu komponen utama dari kerak yang banyak dijumpai di berbagai industri. Gypsum atau kalsium sulfat dihidrat (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) adalah garam yang sedikit larut dalam air. Gypsum mengkristal berbentuk jarum, yang cenderung membentuk kerak pada permukaan alat-alat proses di dalam industri, (Hoang dan Ang, 2007).

Kerak yang terjadi pada dinding pipa atau pada bejana akan berakibat menimbulkan berbagai kerugian pada sistem industri seperti penyempitan aliran berakibat menurunnya debit dan menambah waktu proses, semua itu akan meningkatkan biaya produksi, akibat lain adalah penambahan ketebalan dinding pipa misal pada dinding ketel pipa air dimana pada pipa tersebut dilakukan pembakaran maka proses perpindahan panas secara konduksi akan terhalang oleh lapisan kerak yang berakibat terjadinya kehilangan panas. Dari uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa pengerakan sangat merugikan proses industri oleh karenanya harus dihambat atau dihilangkan agar proses industri tidak terganggu dan mengalami kerugian cukup besar. Pertumbuhan kerak dapat dihambat dengan cara memberikan aditif.

Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian dilakukan dengan memfokuskan pada pengaruh penambahan aditif terhadap waktu pembentukan massa kerak serta morfologi kerak gypsum, dengan mengetahui pertumbuhan kerak gypsum yang terjadi di dalam pipa uji maka dalam penelitian ini bertujuan untuk medapatka cara yang tepat bagaimana pencegahan kerak supaya jangan sampai kerak tumbuh atau paling tidak dihambat pertumbuhannya.

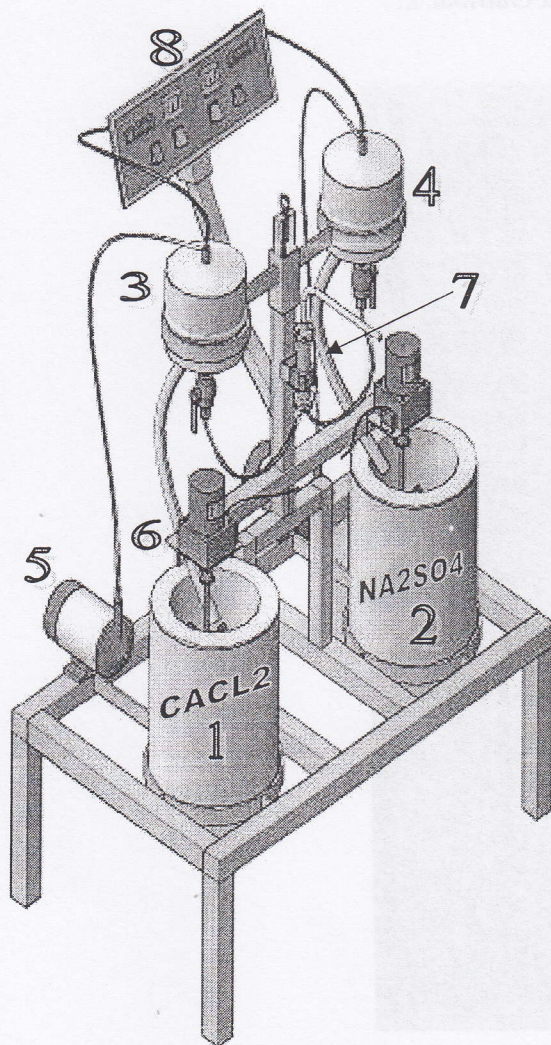
## METODE PENELITIAN

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Larutan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yang dibuat dengan melarutkan kristal Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (analitik) dengan aquades.
- Larutan CaCl<sub>2</sub> yang dibuat dengan melarutkan kristal CaCl<sub>2</sub> (analitik) dengan aquades.
- Kristal Fe<sup>2+</sup> Cl<sub>2</sub> (analitik) sebagai aditif.

Alat Uji yang dipergunakan:

Penelitian yang dilakukan untuk mengkaji pembentukan kerak pada pipa beraliran laminar ini melalui beberapa tahapan. Langkah pertama dalam penelitian ini adalah pembuatan alat uji seperti pada Gambar 1. Alat uji yang digunakan terdiri dari lima bejana yaitu bawah dua bejana (1,2) dan atas dua bejana (3,4) dan satu lagi untuk bejana penampungan Bejana 1 dan 3 untuk menampung larutan  $\text{CaCl}_2$  dan bejana 2 dan 4 untuk menampung larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  Pompa (5) dipasang guna memompa larutan dari bejana 1 menuju bejana 3, pompa yang kedua digunakan untuk memompa larutan dari bejana 2 menuju bejana 4.

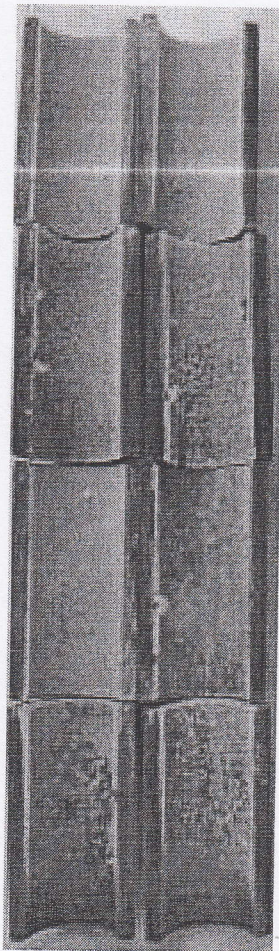


1. Bejana bawah  $\text{CaCl}_2$
2. Bejana bawah  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
3. Bejana atas  $\text{CaCl}_2$
4. Bejana atas  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
5. Pompa air
6. Mixer
7. Kupon dan rumah kupon
8. Panel listrik

Gambar 1 Peralatan Uji

Permukaan larutan pada bejana 3 dan bejana 4 dijaga agar keduanya mempunyai ketinggian yang sama dan dapat di atur naik atau turun agar mendapatkan perbedaan ketinggian permukaan dengan pengeluaran akhir dari rumah kupon sehingga dapat mengatur laju aliran. larutan yang terdapat pada bejana 3 dan 4 secara bersamaan dialirkan menuju kupon dan seterusnya menuju dibuang dalam penampungan sebagai limbah. Laju alir dalam penelitian ini adalah 30 ml/menit selama pengambilan data 4 jam.

Kupon terdiri dari empat pasang terbuat dari kuningan masuk kerumah kupon membentuk seperti pipa dan kupon ini dilewati larutan yang akan membentuk kerak. Adapun ukuran kupon setelah terpasang pada rumahnya: diameter dalam: 12.5 mm dan empat pasang kupon 120 mm. Kupon ini ditunjukkan pada Gambar 2.



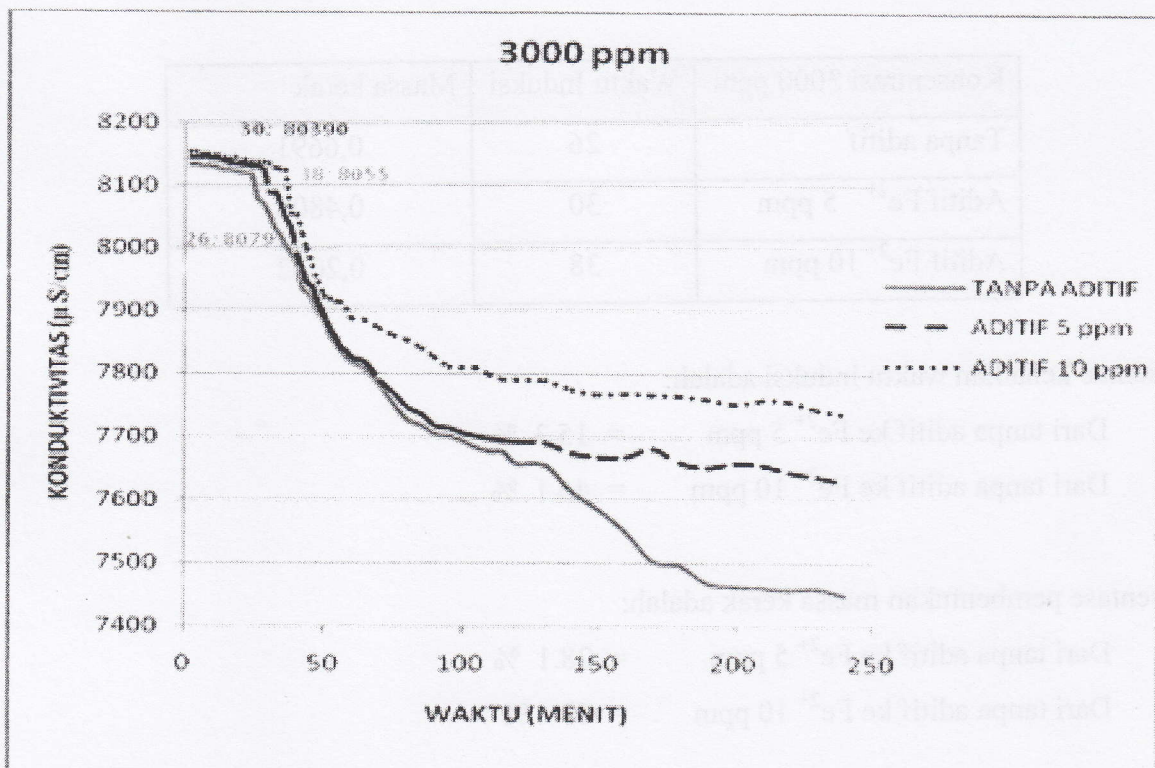
Gambar.2 Kupon Setelah Mengalami Pengerakkan

Didalam kupon  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  dari kedua larutan mengadakan reaksi dan mengendap pada dinding kupon sehingga terjadi kerak  $\text{CaSO}_4$ . Nilai konduktivitas yang

berubah pada saluran limbah diukur dengan menggunakan *conductivitymeter* Pengukuran konduktifitas larutan dilakukan setiap dua menit sekali untuk satu jam pertama, setiap lima menit untuk jam yang kedua dan untuk jam yang ketiga dan ke empat adalah sepuluh menit sekali.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kajian ini untuk mengetahui waktu induksi pembentukan kristal gipsum pada konsentrasi larutan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{CaCl}_2$  3000 ppm dengan penambahan aditif  $\text{Fe}^{2+}$  5 ppm, 10 ppm dan tanpa aditif dijadikan satu grafik seperti ditunjukkan dalam Gambar 1



Gambar 3. Grafik Hubungan Konduktivitas Dengan Waktu Pada Konsentrasi Larutan 3000 Ppm  $\text{Ca}^{2+}$  Dengan Aditif  $\text{Fe}^{2+}$  Dan Tanpa Aditif

Pada Gambar 3 terlihat bahwa waktu induksi untuk konsentrasi larutan 3000 ppm tanpa aditif sebesar 26 menit, dengan aditif  $\text{Fe}^{2+}$  5 ppm 30 menit dan aditif 10 ppm sebesar 38 menit. Hasil dari massa kerak dengan adanya penambahan aditif  $\text{Fe}^{2+}$  5 ppm dan 10 ppm seperti terlihat pada Gambar 3, dengan konsentrasi larutan 3000 ppm mempunyai pola

menurunkan nilai laju pertumbuhan kerak, disamping menghambat pertumbuhan kristal juga menghambat pertumbuhan kerak.

Aditif juga dapat menghambat pembentukan inti kristal, pembentukan inti kristal akan terganggu apabila aditif secara selektif teradsorpsi pada permukaan inti kristal yang sedang tumbuh sehingga inti tidak dapat mencapai ukuran kritis, dan inti kristal kembali terurai menjadi komponen-komponennya (Weijnen & Van Rosmalen 1986). Dengan demikian maka adanya penambahan aditif massa kerak yang dihasilkan semakin berkurang.

**Tabel 1. Hasil Experimen Penelitian Waktu Induksi dan Massa Kerak**

Konsentrasi 3000 ppm	Waktu Induksi	Massa kerak
Tanpa aditif	26	0,6691
Aditif Fe <sup>2+</sup> 5 ppm	30	0,4808
Aditif Fe <sup>2+</sup> 10 ppm	38	0,2072

Prosentae kenaikan waktu induksi adalah:

Dari tanpa aditif ke Fe<sup>2+</sup> 5 ppm = 15.3 %

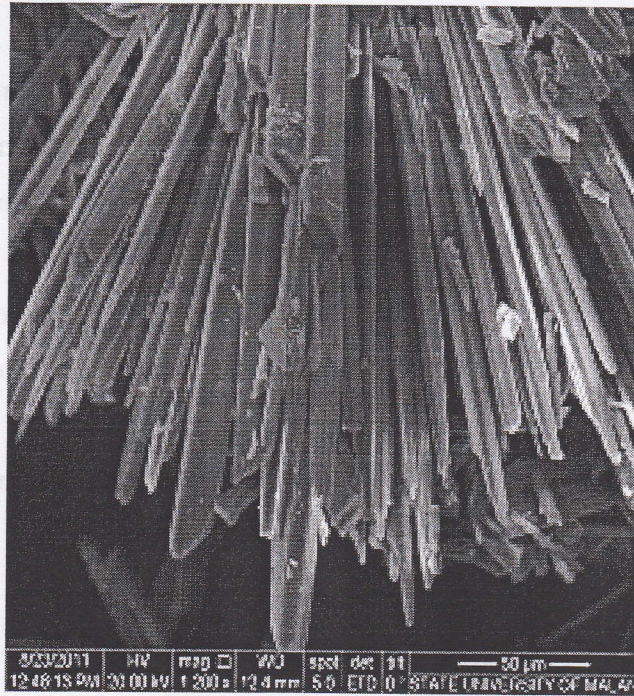
Dari tanpa aditif ke Fe<sup>2+</sup> 10 ppm = 46.1 %

Prosentase pembentukan massa kerak adalah:

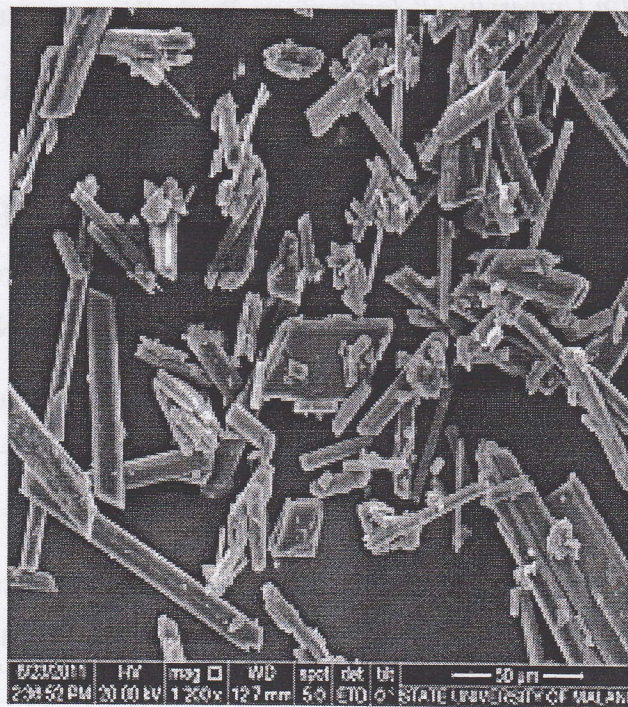
Dari tanpa aditif ke Fe<sup>2+</sup> 5 ppm = 28.1 %

Dari tanpa aditif ke Fe<sup>2+</sup> 10 ppm = 69 %

Hasil SEM bentuk morfologi dari kerak gipsium seperti tampak pada Gambar 4.



(a)



(b)

Gambar 4. Morfologi Kerak Gypsum Konsentrasi Larutan 3000 Ppm

(a) Tanpa Aditif (b) Dengan Aditif  $\text{Fe}^{2+}$  10 ppm

## KESIMPULAN

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan aditif  $\text{Fe}^{2+}$  pada larutan  $\text{CaCl}_2$  dan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  akan memperpanjang waktu induksi. Waktu induksi adalah waktu yang dibutuhkan oleh ion dalam larutan untuk bereaksi sehingga membentuk inti kristal yang pertama kali (**Isopescu dkk, 2009**).
2. Bila waktu induksi cepat maka kristal lebih mudah terbentuk. Pembentukan kristal yang lebih cepat menyebabkan lebih mudah pula terjadi proses pembentukan kerak.
3. Dilihat dari hasil SEM dengan adanya penambahan aditif  $\text{Fe}^{2+}$  bentuk kristal menjadi kecil. Hal ini disebabkan aditif dapat menutup "active sites" yaitu tempat-tempat pertumbuhan aktif (**Ohara dan Reid, 1973**) sehingga ukuran kristal tidak dapat bertambah dan morfologinya berubah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ang, H.M., Muryanto, S., Hoang, T.** (2006), Gypsum Scale Formation Control In Pipe Flow Systems: A Systematic Study On The Effects Of Process Parameters And Additives, *Curtin University Of Technology*, Perth, Western Australia.
- Hoang, T.A., Ang, H.M., Rohl, A.L.** (2007), Effects Of Temperature On The Sacaling Of Calcium Sulphate In Pipes, *Powder Technology*, 179, 31 – 37
- Isopescu, R., Mateescu, C., Mihai, M., Dabija, G.** (2009), The Effects Of Organic Additives On Induction Time And Characteristics Of Precipitated Calcium Carbonate, *Chemical Engineering Research And Design*, 388, No. Of Page 5.
- Jamialahmadi, M., Muller-Steinhagen, M.** (2007), Heat Exchanger Fouling And Cleaning In The Dihydrate Process For The Production Of Phosphoric Acid, *Chemical Engineering Research Design*, DOI: 10.1205/Cherd06050, 245 – 255.
- Meijer, J.A.M., Van Rosmalen, G.M.** ( 1984), Solubilities And Supersaturation Of Calcium Sulfate And Its Hydrates In Seawater, *Desalination*, 51, 255 – 305.
- Mwaba, M.G., Junjie, Golriz, M.R.** (2007), Effect Of Magnetic Field On Calcium Sulfate Crystal Morphology, *Journal Of Crystal Growth*, 303, 381 – 386.
- Ohara, M., And Reid, R.C.** (1973). "Modeling Crystal Growth Rates From Solution.", *Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.*



**Weijnen, M.P.C., Van Rosmalen, G.M. (1986), Adsorption Of Phosphonates On Gypsum Crystals, *Journal Of Crystal Growth*, 79, 157 – 168.**

**PENULIS:**

**WINDU SEDIONO**

**Dosen Diploma III Teknik Mesin Universitas Diponegoro**

**Email: [windu@undip.ac.id](mailto:windu@undip.ac.id); 08122519948**