

C-006

KARAKTERISTIK KRISTAL BARIUM SULFAT DENGAN PENAMBAHAN ADITIF MAGNESIUM KLORIDA

Hasna Fairiza^{1)*}, Ayu Khanifah¹⁾, Novel Karaman¹⁾

¹⁾ Universitas Pembangunan “Veteran” Jawa Timur, email: hasnafairiza10@gmail.com

Jalan Rungkut Madya No 1, Gunung anyar, Kota Surabaya, Jawa Timur 60294

* Penulis Korespondensi: 19031010030@student.upnjatim.ac.id

Abstrak

Kristal barium sulfat merupakan kristal yang terbentuk dari ion Ba^{2+} bertemu dengan ion SO_4^{2-} yang terdapat pada air sehingga membentuk kristal $BaSO_4$ yang sulit dihilangkan apabila menempel pada sistem perpipaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kristal $BaSO_4$ setelah dilakukan penambahan aditif $MgCl_2$. Penelitian dilakukan dengan mereaksikan larutan barium klorida dengan larutan natrium sulfat sehingga membentuk larutan $BaSO_4$ 3500 ppm dimana pada saat mereaksikan kedua larutan tersebut ditambah dengan larutan magnesium klorida dengan konsentrasi tertentu. Penambahan aditif seperti $MgCl_2$ dapat menghambat pembentukan kristal $BaSO_4$, dimana ion Mg^{2+} akan menyusup pada kisi kristal sehingga dapat merubah struktur kristal. Hasil analisa SEM dan XRD menunjukkan hasil bahwa kristal $BaSO_4$ memiliki struktur orthorombik yang berbentuk bintang dengan ujung sedikit runcing sehingga akan sulit menempel pada pipa untuk menghambat pembentukan kristal. Ukuran atom Mg yang kecil memudahkan ion Mg^{2+} masuk ke dalam kisi kristal $BaSO_4$ sehingga dapat dijadikan sebagai zat aditif yang efisien dalam mengendalikan kristal $BaSO_4$.

Kata kunci: $BaSO_4$; kristal; $MgCl_2$

CHARACTERISTICS OF BARIUM SULFATE CRYSTALS WITH THE ADDITION OF MAGNESIUM CHLORIDE ADDITIVE

Abstract

Barium sulfate crystals are crystals formed from Ba^{2+} ions meeting SO_4^{2-} ions in water to form $BaSO_4$ crystals which are difficult to remove when attached to the piping system. This research aims to determine the characteristics of $BaSO_4$ crystals after addition of $MgCl_2$ additive in solution. The research was carried out by reacting barium chloride solution with sodium sulfate solution to form a 3500 ppm $BaSO_4$ solution which, when reacting the two solutions, was added with a certain concentration of magnesium chloride solution. The addition of additives such as $MgCl_2$ can inhibit the formation of $BaSO_4$ crystals, where Mg^{2+} ions will infiltrate the crystal lattice then can change the crystal structure. SEM and XRD analysis results show that $BaSO_4$ crystals have an orthorhombic star-shaped structure with slightly pointed ends so that it will be difficult to stick to the pipe to inhibit crystal formation. The small size of the Mg atom makes it easier for Mg^{2+} ions to enter the $BaSO_4$ crystal lattice so it can be used as an efficient additive in controlling $BaSO_4$ crystals

Key words: $BaSO_4$; crystal; $MgCl_2$

PENDAHULUAN

Kristal merupakan atom-atom yang penyusunannya terletak dengan pola berulang pada jarak antar atom yang besar (Handoko dkk, 2018). Pada saat kondisi lewat jenuh,

atom akan menyatu untuk membentuk inti kristal. Apabila inti kristal yang terbentuk ukurannya kecil dari ukuran partikel kritis maka inti kristal akan larut kembali. Sedangkan apabila inti kristal yang terbentuk lebih besar dari ukuran partikel kritis maka

kristal akan memulai pertumbuhan dengan membentuk ukuran kristal yang lebih besar (Suharso, 2015). Di dunia industri, kristal dapat menyebabkan masalah seperti menghambat laju aliran fluida dalam pipa. Contoh kristal yang sering dijumpai adalah kristal BaSO₄. Kristal BaSO₄ memiliki kelarutan sangat rendah yaitu sebesar $1,07 \times 10^{-10}$ (Kresse, 2007). Pada kondisi lewat jenuh (supersaturasi) kristal akan terbentuk dan mengendap pada peralatan yang kemudian membentuk kerak barit (Mandela, 2017). Kristal BaSO₄ mudah terbentuk dalam sistem perpipaan di industri besar seperti industri perminyakan. Penyebabnya adalah ion barium bertemu dengan ion sulfat yang terdapat pada air formasi yang terbentuk bersama minyak dan gas di industri perminyakan (Alighiri dkk, 2018). Kristal ini menempel pada pipa, katub dan pompa yang dapat menyebabkan aliran fluida menjadi terhambat (Henessy, 2002). Oleh karena itu diperlukan adanya cara untuk menanggulangi kristal BaSO₄.

Pembentukan kristal BaSO₄ dipengaruhi oleh beberapa faktor beberapa diantaranya yaitu suhu dan penambahan senyawa aditif. Suhu dapat mempengaruhi pembentukan kristal BaSO₄, pada konsentrasi Ba²⁺ 3500 ppm semakin tinggi suhu, semakin cepat reaksi antara BaCl₂ dan Na₂SO₄. Semakin tinggi suhu mengakibatkan semakin banyak ion yang bertumbukan dalam larutan yang meningkatkan laju reaksi, sehingga semakin banyak kristal yang terbentuk (Raharjo, 2020). Selain itu, penambahan senyawa aditif akan mempengaruhi pertumbuhan kristal, beberapa jenis aditif dapat berpengaruh dalam jumlah banyak maupun sedikit. Aditif dapat mengubah sifat larutan, mengubah konsentrasi kesetimbangan dan derajat kejenuhan, serta karakteristik lapisan adsorpsi pada permukaan kristal yang akan mempengaruhi pertumbuhan kristal (Fachry, 2008). Adapun senyawa yang dapat digunakan sebagai aditif kristal BaSO₄ antara lain EDTA (Karaman dkk, 2018), tartaric acid, asam format, asam oksalat, dan asam asetat (Karaman dkk, 2019), dan asam sitrat (Karaman dkk, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kristal BaSO₄ setelah dilakukannya penambahan aditif MgCl₂. Penambahan aditif MgCl₂ diharapkan mampu menghambat pertumbuhan kristal BaSO₄. Selain itu diharapkan dengan penambahan zat

aditif MgCl₂ dapat membantu penanganan pertumbuhan kristal di industri untuk mencegah tumbuhnya kristal dalam sistem perpipaan.

METODE PENELITIAN

Bahan

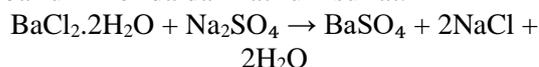
Penelitian ini menggunakan beberapa bahan yaitu barium klorida (BaCl₂) dan natrium sulfat (Na₂SO₄) sebagai bahan untuk membentuk kristal BaSO₄, MgCl₂ sebagai zat aditif, aquadest sebagai pelarut, dan kertas saring sebagai bahan untuk menyaring kristal BaSO₄. Semua bahan dibeli dari toko Sumber Ilmiah Persada Jalan Klampis Aji II Blok SK No.7, Kelurahan Klampis Ngasem, Kecamatan Sukolilo, Kota Surabaya.

Alat

Penelitian ini menggunakan alat yaitu magnetic stirrer, buret, statif, klem, beaker glass, dan corong kaca.

Metode penelitian

Adapun prosedur yang dilakukan yaitu membuat larutan barium klorida, natrium sulfat, dan magnesium klorida dengan melarutkan 18,296 gram dalam 5 liter aquadest, kemudian melarutkan 10,6475 gram dalam 5 liter aquadest. Selain itu membuat larutan magnesium klorida 5, 15, dan 25 ppm sebanyak 1 liter. Larutan barium sulfat 3500 ppm dibuat dengan mereaksikan larutan barium klorida dan natrium sulfat.



Kemudian larutan barium klorida dan natrium sulfat masing-masing 100 ml dimasukkan dalam buret yang berbeda. Kemudian semua variabel yaitu konsentrasi aditif, suhu, kecepatan pengadukan, dan waktu pengadukan diatur sesuai dengan yang telah ditetapkan. Setelah itu larutan barium sulfat disaring dan diperoleh endapan. Endapan tersebut kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C kemudian ditimbang menggunakan neraca analitik. Kristal yang didapat kemudian ditimbang dan dianalisa menggunakan SEM dan XRD.

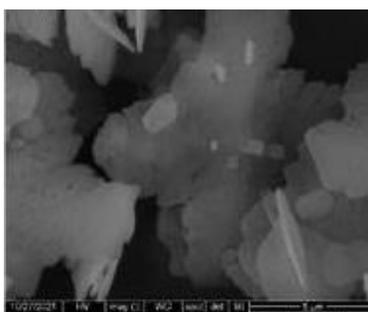
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kristal BaSO₄ dapat dengan mudah terbentuk karena adanya ion barium dan ion

sulfat yang terdapat dalam air, dimana kristal ini memiliki karakteristik yang sulit dihilangkan jika menempel pada sistem perpipaan. Pembentukan kristal barium sulfat (BaSO_4) dapat dikendalikan dengan menambahkan aditif salah satunya yaitu magnesium klorida (MgCl_2). Adanya penambahan aditif ini mengakibatkan berubahnya karakteristik kristal barium sulfat.

Analisa Scanning Scan Microscopy

Analisa SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi kristal BaSO_4 . Berikut ini merupakan hasil pengujian SEM.

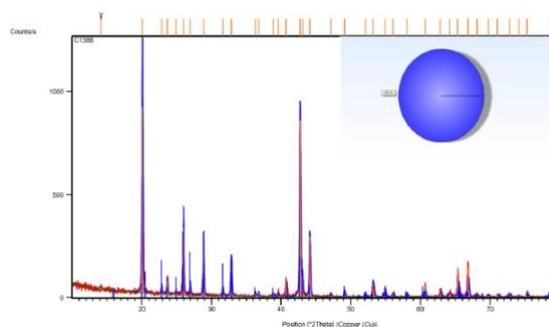


Gambar 1. Hasil analisa SEM kristal barium sulfat (BaSO_4) menggunakan aditif MgCl_2 20 ppm dan kecepatan 480 ppm

Berdasarkan hasil analisa SEM pada kristal BaSO_4 dengan penambahan aditif MgCl_2 hasil didapatkan yaitu kristal berbentuk seperti bintang dengan lengan bintang yang lebar dan memiliki ujung sedikit runcing. Pembentukan kristal tanpa aditif memiliki kecenderungan karakteristik kristal yang mudah menempel pada sistem perpipaan, sedangkan pembentukan kristal dengan aditif akan membentuk struktur kristal yang lebih runcing sehingga akan sulit menempel pada pipa untuk menghambat pembentukan kristal (Apriliani, 2021). Morfologi kristal BaSO_4 dipengaruhi oleh derajat kejenuhan. Semakin tinggi derajat kejenuhan, ukuran partikel kristal yang terbentuk semakin kecil (Dera, 2018).

Analisa X-Ray Diffraction

Analisa ini digunakan untuk mengetahui apakah kristal yang terbentuk merupakan kristal BaSO_4 atau bukan dengan pengujian menggunakan XRD. Berikut adalah hasil pengujian XRD.



Gambar 2. Hasil analisa XRD

Berdasarkan hasil identifikasi dengan menggunakan JCPDS File, kristal yang diperoleh berupa fasa kristal barite yang memiliki struktur *orthorombik*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Dera (2018) bahwa struktur kristal BaSO_4 bersifat *orthorombik*, dengan sel satuan tersusun atas empat satuan ion barium dan empat satuan ion sulfat.

Aditif MgCl_2

Semakin tinggi konsentrasi zat aditif maka kristal yang diperoleh semakin sedikit, sebaliknya semakin rendah konsentrasi zat aditif maka kristal yang diperoleh semakin besar (Karaman dkk, 2018). Atom Mg memiliki jari-jari sebesar 150 pm dan densitas sebesar $1,56 \text{ g/cm}^3$ (Wildayati, 2019). Ukuran atom akan berpengaruh terhadap densitas, dimana semakin besar ukuran atom maka densitasnya semakin besar, begitu pula sebaliknya. Aditif dengan berat molekul yang lebih tinggi akan sulit untuk dimasukkan ke dalam kisi (Karaman dkk, 2019). Hal ini dikarenakan atom akan sulit menyusup ke dalam kisi kristal. Ukuran atom Mg yang kecil akan memudahkan ion Mg^{2+} untuk masuk ke dalam kisi kristal barium sulfat sehingga dapat dijadikan sebagai zat aditif yang efisien dalam mengendalikan kristal barium sulfat.

SIMPULAN

Kristal BaSO_4 dengan aditif MgCl_2 memiliki struktur kristal *orthorombik* berbentuk seperti bintang dengan lengan bintang yang lebar dan memiliki ujung sedikit runcing. Ukuran atom Mg yang kecil akan memudahkan ion Mg^{2+} untuk masuk ke dalam kisi kristal BaSO_4 sehingga dapat dijadikan sebagai zat aditif yang efisien dalam mengendalikan kristal barium sulfat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini, khususnya di laboratorium material maju, karena dengan dukungan lingkungan penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Alighiri, D, Fatmala, C, Syafi’I, I & Haditya 2018, ‘Studi Pembentukan Scale CaCO₃ dan CaSO₄ pada Air Formasi Sumur Minyak di Cepu, Indonesia’, *Jurnal Fisika*, vol. 8, no. 1, hh 28-36.
- Apriliani, NF, Malik, AB & Darminto 2021, ‘Pengaruh penambahan larutan MgCl₂ pada sintesis kalsium karbonat presipitat berbahan dasar batu kapur dengan metode karbonasi’, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, vol. 1, no. 1.
- Dera, S 2018, ‘Pengaruh pH larutan terhadap nukleasi dan pertumbuhan kristal barium sulfat didalam pipa beraliran laminar: pengamatan kristal menggunakan SEM-EDX dan XRD’, *Journal of Infrastructure & Science Engineering*, vol. 1, no. 2, hh 1-45.
- Fachry, AR 2008, ‘Pengaruh waktu kristalisasi dengan proses pendinginan terhadap pertumbuhan kristal aluminium sulfat dari larutannya’, *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 2, no. 15, hh. 9-12.
- Handoko, E, Bambang, S & Frilla, R 2018, *Teknik difraksi sinar-X dalam analisis struktur kristal*, LPPM Universitas Negeri Jakarta, Jakarta.
- Hennessy, AJB & Graham, GM 2002, ‘The effect of additives on the co-crystallisation of calcium with barium sulfate’, *Journal Cryst. Growth*, vol. 237–239, no. 3, hh. 2153-2159.
- Ivanto, G, Fatra, F, Dera, NA, Muryato, S & Bayuseno, AP 2017, ‘Citric acid addition to controlling crystallization of barium sulfate (BaSO₄) in pipes through Ba²⁺ concentration variation in the solution’, *The 4th International conference on advanced materials science and technology*, vol. 202, no. 2017, hh. 1-6.
- Karaman, N dkk 2017, ‘The Influence of Various Vibration Frequency on Barium Sulfate Scale Formation of Vibrated Piping System in The Presence Citric Acid’, *Journal Physics*, vol. 953, no. 012247.
- Karaman, N dkk 2018, ‘Scaling mitigation of barium sulfate in vibrated piping systems using ethylene dyminetetraacetic acid’, *Journal American Scientific Publishers*, vol. 24, no. 12, hh. 9726-9728.
- Karaman, N dkk 2019, ‘Effects of five green inhibitors of controlling barite crystal growth in flow-induced vibration in pipe’, *Rasayan Journal Chem*, vol. 12, no. 4, hh. 1734-1743, 2019.
- Kresse, R 2007, *Barium and Barium Compounds*, John Wiley and Son, Jerman.
- Mandela, B 2017, ‘Pembentukan kerak magnesium karbonat MgCO₃ pada laju alir 30 ml/menit dengan konsentrasi Mg²⁺ 3000 ppm dan 4000 ppm’, *Jurnal Traksi*, vol. 7, no.1, hh. 55-66.
- Rahardjo 2020, *Pembentukan dan Pengendalian Kerak Mineral di Dalam Pipa*, Universitas Muhammadiyah, Semarang.
- Suharso 2015, *Penanggulangan Kerak Edisi 2*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Wildayati & Rahadian, Z 2019, ‘Magnesium klorida (MgCl₂): karakteristik dan dinamika molekuler pada MgCl₂’, *Jurnal Pendidikan Kimia*, vol. 1, no. 1.