Pembentukan kerak $CaSO_4$ pada unit perpipaan tembaga dengan konsentrasi larutan 3000 ppm dan laju alir 50 ml/min

Haris Winoto[1)], Samsudi Raharjo[2)], Rubijanto Juni P[3)]

Abstrak

Pengerakan dalam pipa adalah suatu proses terbentuknya endapan terjadi dalam kondisi alami pada suatu pipa yang mengalirkan air dengan kesadahan, temperatur, kecepatan, dan konsentrasi. Kalsium sulfat ($CaSO_4$) adalah salah satu jenis kerak yang banyak dijumpai. Akibat adanya pengerakan dapat menimbulkan banyak kerugian di pabrik. Tujuan penelitian untuk mengetahui seberapa besar pembentukan kerak. Penelitian pembentukan kerak kalsium sulfat dilakukan pada alat simulator skala laboratorium dengan konsentrasi 3000 ppm dan laju alir 50 ml/menit dalam temperatur ruangan. Hasil percobaan ditemukanwaktu induksi 16,578 menit, berat kerak dalam mixer 13,5 gram, dalam sampel 147 gram dan morfologi kerak dilakukan dengan menggunakan SEM, selanjutnya analisa XRD untuk mengetahui komposi kimia.

Kata Kunci : CaSO4, Waktu Induksi, Morfologi Kerak.

1). Mahasiswa Teknik Mesin Unimus.
2). Dosen Teknik Mesin Unimus.
3). Dosen Teknik Mesin Unimus.

1). PENDAHULUAN

Pengerakan pada saluran pipa air atau pipa industri, limbah pabrik, bubur kertas, minuman buah, tekstil pewarna, limbah rumah sakit, dan berbagai saluran pipa lainnya merupakan masalah yang sangat serius karena dapat mengakibatkan kerugian besar pada industri tersebut. **(Merdah & Yassin, 2007)**. Pengendalian dan penghentian pembentukan kerak serta mencari metode untuk mencegah timbulnya kerak telah menjadi tantangan bagi ilmuan, sehingga lahirlah beberapa teori dan metode pengontrolan dengan berbagai macam alat seperti Scale Wacher, fiber alami (softwood filter), pengontrolan single link dan multiple link, model

repository.unimus.ac.id

binary, nano filter, dan pengendalian frekuensi medan listrik, dan proteksi katoda **(Kennedy, dkk, 2007).** Pencegahan atau penghentian timbulnya kerak hanya dapat dilakukan kalau ditemukan teknik yang efektif untuk mengendalikan pertumbuhannya sehingga mekanisme fase-fase pembentukannya *scale formation mechanism* dapat dikendalikan **(Hasson, dkk, 2001).**

Sehubungan dengan hal tersebut diatas dan dengan motivasi menghindari kerugian-kerugian pada dunia industri yang diakibatkan oleh kerak pada saluran pipa, maka kerak harus dicegah supaya jangan sampai tumbuh pesat atau harus ada usaha untuk menghambat pertumbuhannya. Usaha pembuatan model pengendalian pertumbuhan kerak belum banyak dilakukan orang sehingga peneliti tergugah untuk melakukan penelitian agar terwujud suatu model Eksperimen pengendalian pertumbuhan kerak. Peneliti tidak memfokuskan pada cara-cara untuk menghancurkan atau membasmi kerak secara kimiawi maupun secara mekanik karena kedua cara tersebut mempunyai dampak lingkungan. Dengan kata lain, mengendalikan pertumbuhan kerak akan lebih baik sehingga perusahaan atau industri dapat mengetahui pengerakan dan mengganti pipa secara lebih dini.

2). LANDASAN TEORI

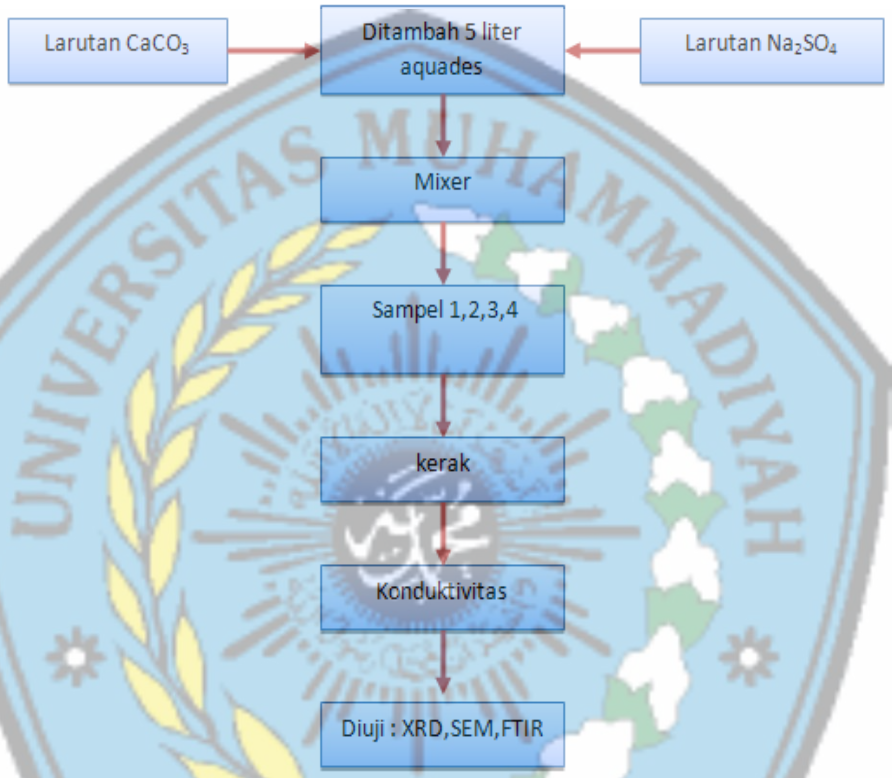
Pembentukan kerak pada dasarnya merupakan fenomena pengkristalan yang dipengaruhi oleh berbagai parameter seperti kadar air, kondisi larutan lewat jenuh, laju alir, temperatur, lama pengaliran, pada jenis aliran laminer **(Trinh, Khanh Tuoe, 2010)** mengutip bahwa Reynolds menyarankan adanya kriteria pembeda antara aliran laminer dan turbulen dengan nilai kritis pada tingkat 2100 Re untuk batas atas aliran laminer yang dapat stabil dari gangguan apapun walau diubah-ubah akan tetap stabil **(Kerswell, 2005),** tipe dan jenis pengotor (*inhibitor*), tingkat indek kalsium (*Calsium Saturated Index*), pH, dan faktor lainnya. Ketika kadar dan ukuran parameter tersebut dirubah, maka keseimbangan (*equilibrium*) sistem akan bergeser dan keadaan yang demikian dapat memicu sistem untuk melepaskan ion dan akhirnya terbentuklah kerak **(Merdan dan Yassin, 2007; Nergard, dkk, 2010).** Diantara sekian banyak faktor penyebab terbentuknya kerak, terbukti bahwa tingkat temperatur dan lama oksidasi akan mempengaruhi jumlah kerak. Semakin tinggi temperatur maka akan semakin tinggi jumlah kerak

repository.unimus.ac.id

dan semakin lama oksidasi akan semakin banyak kerak **(Kazi, dkk, 2013).** Disamping itu, jenis inhibitor untuk menetralisir kerak juga berpengaruh dalam pertumbuhan kerak karena ada inhibitor seperti kalsium Karbonat dalam jumlah tertentu tidak dapat berfungsi akibat perubahan struktur kristalnya **(Mullin, 2001).**

3). METODELOGI PENELITIAN

a. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Metodelogi Penelitian.

b. Pembuatan Larutan $CaSO_4$

Penelitian yang dilakukan untuk mengkaji pembentukan kerak pada pipa beraliran laminer dengan membuat larutan $CaCO_3$ dan $NaSO_4$. Untuk membuat larutan $CaCO_3$ dan $NaSO_4$ dilakukan perhitungan konsentrasi larutan dengan laju alir 50ml/menit. Untuk penelitian ini menggunakan larutan dengan konsentrasi 3000 ppm.

Perhitungan untuk membuat larutan $CaSO_4$ dengan 5 liter aquades yaitu :

$$CaCO_3 + Na_2SO_4 \longrightarrow Ca_2SO_4 + Na_2CO_3$$

repository.unimus.ac.id

Perhitungan pembuatan larutan

3000 ppm 3000 ppm x 5 liter = 15000 mg = 15 gram

Ca = 40 0 = 16

C = 12 H2O = 18

$CaCO_3 2H_2O = 40 + 12 + (3X16) + (2X18)$

$= 100 + 36$

$= 136$

$CaCO_3 2H_2O$ yang dibutuhkan x 15 = 51 gram

Na = 23 O = 16

S = 32 $H_2O = 18$

$Na_2SO_4 2H_2O = (2 X 23) + 32 + (4 X 16) + (2 + 18)$

$= 142 + 36$

$= 178$

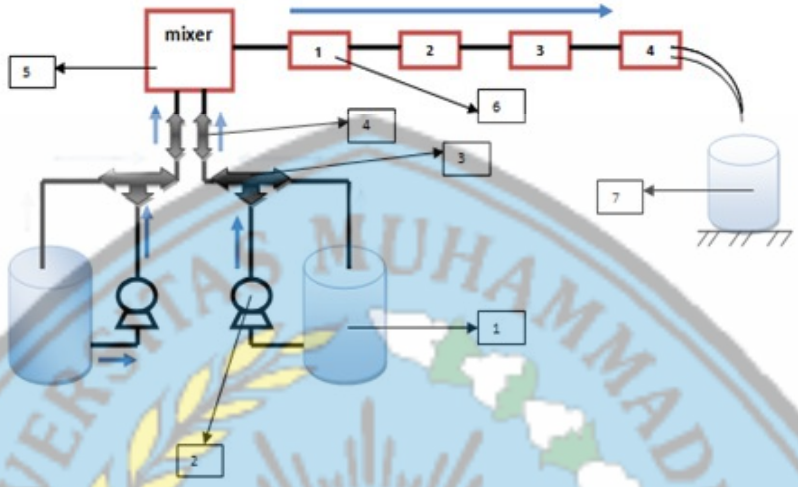
$Na_2SO_4 2H_2O$ yang dibutuhkan x 15 = 116 gram.

Setelah melakukan perhitungan $CaSO_4$, langkah kedua larutan $CaCO_3$ dan $NaSO_4$ masing-masing dilarutkan dalam tabung. Larutan $CaCO_3$ dilarutkan ditabung pertama dan dicampur 5 liter aquades,sedangkan larutan $NaSO_4$ dilarutkan dalam tabung kedua dan dicampur 5 liter aquades, setelah dicampur masing-masing larutan kemudian di mixer sampai merata. Larutan tersebut dilakukan untuk pengujian pembentukan kerak $CaSO_4$. Sebelum melakukan pengujian pembentukan kerak $CaSO_4$, lakukan terlebih dahulu percobaan alat *prototype closed circuit scale simulator* agar dapat bekerja sesuai yang kita inginkan, sekaligus melakukan tes kebocoran rumah-rumah pipa yang telah terpasang. Selanjutnya melakukan pada laju aliran. Namun apabila alat *prototype*

repository.unimus.ac.id

closed circuit scale simulator tidak bekerja dengan yang kita inginkan maka akan kembali ke tahap desain dan perakitan alat uji untuk melakukan modifikasi agar dapat bekerja dengan optimal.

c. Skema Alat *Prototype Closed Circuit Scale Simulator*



Gambar.2 Skema *Closed Circuit Scale Simulator*

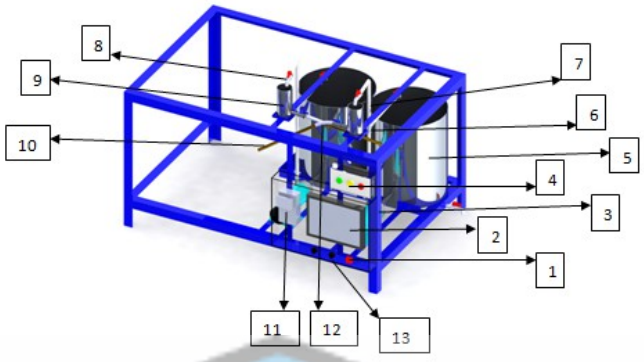
Keterangan :

1) Tabung (2buah)
2) Pompa iwaki magnetic (2buah)
3) Bypass (2 buah)
4) Kran (2 buah)
5) Mixer
6) Rumah sampel (4 buah)
7) Gelas ukur

d. **Deskripsi Alat Uji *Prototype Closed Circuit Scale Simulator***

Desain *Prototype Closed Circuit Scale Simulator* yang digunakan untuk dapat beroperasi mendukung memenuhi kebutuhan pelaksanaan penelitian secara akurat pengambilan data.

repository.unimus.ac.id



Gambar.3 Desain *prototype Closed Circuit Scale Simulator*

Keterangan :

1. Saklar Alat
2. Grafik Panel
3. Pompa Iwaki Magnetic
4. Lampu Indikator
5. Bak penampung
6. *By Pass*
7. Pipa
8. Kran
9. Tabung Kecil
10. Rumah Sampel
11. Temperatur Kontrol
12. *Mixer*
13. Saklar Pompa

4). Hasil Pengujian

a. Berat Kerak

- **Berat Kerak Dalam Mixer**

Setelah 4 jam dilakukan percobaan dalam mixer dihasilkan berat kerak16,578 mg diukur dengan timbangan.

repository.unimus.ac.id

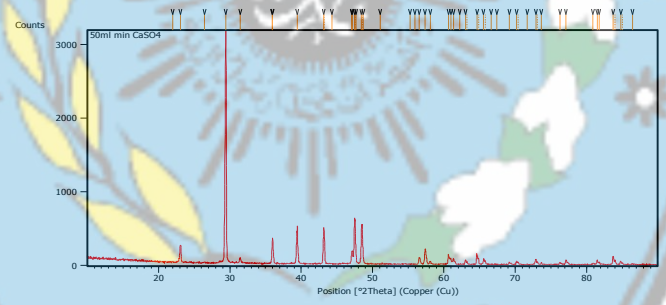
- **Berat Kerak Pada Sampel**

Tabel hasil perhitungan berat kerak untuk laju aliran 50 ml/menit dengan konsentasi larutan 3000 ppm.

NO Kerak	Sampel	Berat Sebelum	Berat sesudah	Berat kerak
1	Sampel 1	300,8 mg	334,5 mg	57 mg
2	Sampel 2	301,4 mg	327,2 mg	45 mg
3	Sampel 3	300,3 mg	321,8 mg	34 mg
4	Sampel 4	304,4 mg	312,9 mg	11 mg
Total		1206,9 mg	1296,4 mg	147 mg

Jadi selisih berat kerak di mixer dan berat kerak di sampel 147 – 16,578 = 130,4 mg.

b. Pengujian XRD



Gambar.4 Hasil Pengujian XRD

`Dari hasil pengujian XRD diatas yang ditunjukan pada grafik membuktikan bahwa kerak dari hasil penelitian itu benar-benar kerak kalsium sulfat ($CaSO_4$). Karena pada grafik diatas terdapat senyawa kalsit yang lebih dominan. Kalsit merupakan salah satu mineral kalsium sulfat yang mengkristal dalam sistem *rombohedral*, biasanya tidak berwarna atau berwarna putih dan mempunyai kekerasan 3 pada skala Mohs dengan bobot jenis 2,71.Kalsit adalah

repository.unimus.ac.id

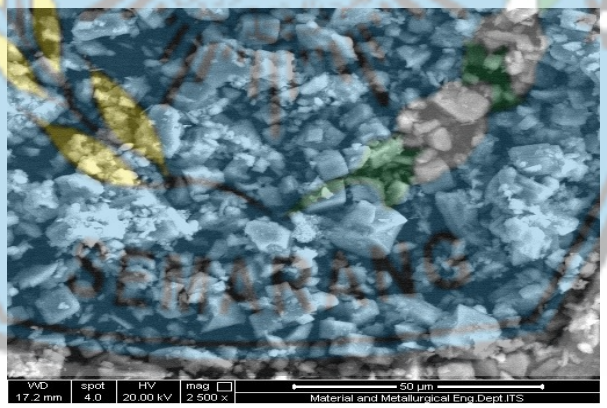
mineral pembentuk batuan dan merupakan penyusun utama dalam batu gamping, marmer, dan karbonatit.

c. Pengujian FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Gambar.5 Hasil Pengujian FTIR

Dari hasil pengujian memilki *wavenumber* 3650,80 cm^{-1}, 2509,81 cm^{-1} menunjukan adanya ikatan OH 1799,80 cm^{-1}, 1412,79 menunjukan adanya ikatan Ca ; 873,31 cm^{-1} 711,31 cm^{-1} sebagai unsur pembantu dalam terbentuknya ikatan OH.

d. Pengujian SEM



Gambar.6 Hasil Pengujian SEM dengan perbesaran 2.500 kali

5). Kesimpulan

1. Penelitian ini menunjukan bahwa pembentukan kerak kalsium sulfat ($CaSO_4$) pada pipa dengan konsentrasi 3000 ppm dengan laju alir 50 ml/menit diperoleh waktu induksi rata-rata 16,578 menit. Total kerak

repository.unimus.ac.id

diperoleh dalam mixer 13,5 mg atau 0,0135 gram dan pada keempat sampel 147 mg atau 0,147 gram.

2. Dari hasil karakterisasi diperoleh kerak $CaSO_4$ kristal orthorombik dimana ortorombik merupakan ciri-ciri khas dari bentuk kristal vaterite dan komposisi kimia dominan

6). Saran

1. Perlu menambahkan zat aditif, penambahan aditif dapat mempengaruhi pertumbuhan kristal sehingga akan menghambat laju pembentukan inti kristal dan mengakibatkan waktu induksi lebih lama lagi.
2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar menggunakan konsentrasi yang berbeda agar dapat mengetahui perbedaan morfologi kerak CaSO4.
3. Memfariasikan temperatur.

Daftar Pustaka

Lisitsin, D., Yang, Q., Hasson, D., Semiat, R., (2005), *Inhibition Of CaCO3 Scaling On NO Membranes By Trace Amounts Of Zinc Ions*, Desalination, 183 pp : 289-300.

Badr, A. And A. A. M. Yassin. 2007. *Barium Sulfate Scale Formation in Oil Reservoir During Water Injection at High – Barium Formation Water*. Journal of Applied Sciences. 7 (17) ; 2393 – 2403.

Kazi., dkk. 2013. *Faktor Penyebab Terbentuknya Kerak*.

Merdan dan Yassin. 2007. *Tipe dan Jenis Pengotor (inhibitor)*.

Mullin. 2001. *Jenis Inhibitor Untuk Menetralisir Kerak*.

repository.unimus.ac.id

repository.unimus.ac.id