

**PENGENDALIAN KERAK $MgCO_3$ MENGGUNAKAN ALUMINA 20%
PADA KONSENTRASI Mg^{2+} 3000 ppm DALAM PIPA BERALIRAN
LAMINAR**

JURNAL

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar
Sarjana S-1 pada Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Semarang**



Disusun oleh:

Muhammad Sulthoni

C2A213005

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK MESIN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SEMARANG
2017**

Latar Belakang Masalah

Kerak adalah tumpukan keras dari bahan anorganik terutama pada permukaan perpindahan panas yang disebabkan oleh pengendapan partikel mineral dalam air. Seperti air menguap dalam menara pendingin, uap yang murni hilang dan konsentrasi padatan terlarut dalam air yang tersisa. Jika konsentrasi siklus ini dibiarkan berlanjut, berbagai kelarutan padat akhirnya akan terlampaui.

Pengerakan magnesium karbonat ($MgCO_3$) tidak hanya fenomena kristalisasi yang terbentuk dalam proses alami (*biomineralization*), tetapi merupakan masalah yang sering ditemui dalam berbagai kegiatan industri (Amor et al., 2004; Azimi et al., 2010; Holyz, 2007). Hal ini disebabkan karena terdapatnya unsur-unsur pembentuk kerak seperti alkalin, magnesium, kalsium, klorid, sulfat dalam jumlah yang melebihi kelarutannya pada keadaan kesetimbangan. Kerak biasanya mengendap dan tumbuh pada peralatan industri seperti *cooling tower, heat exchangers, pipe, casing manifold, tank* dan peralatan industri lainnya. Kerak merupakan suatu deposit dari senyawa-senyawa anorganik yang terendapkan dan membentuk timbunan kristal pada permukaan suatu substansi (Alice et al., 2011; Gourdon, 2011; Hisyam, 2013).

Metode mengatasi pembentukan kerak di industri minyak dan gas biasanya dengan menerapkan bahan kimia yang dikenal sebagai *inhibitor* untuk mengontrol pertumbuhan kristalisasi $MgCO_3$ dengan tujuan, mengurangi, mencegah atau menunda, pembentukan kerak $MgCO_3$. Inhibitor biasanya diinjeksikan kedalam larutan yang secara kontinyu maupun periodik metode ini mampu mengendalikan proses *nucleation*, pertumbuhan kristal $MgCO_3$ yang terjadi pada permukaan pipa dan peralatan lainnya (Sousa dan Bertran, 2014; Sediono et al., 2011).

Perumusan Masalah

Pengerakan kalsium karbonat sangat merugikan dalam proses produksi sehingga harus dilakukan usaha untuk menghambat. Langkah untuk menghambat pertumbuhan kerak magnesium karbonat ditambahkan aditif alumina ke dalam larutan. Penelitian ini dilakukan untuk mengendalikan pertumbuhan kerak $MgCO_3$ menggunakan alumina 20% pada konsentrasi Ca^{2+} 3000 ppm pada pipa.

Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini peneliti membatasi permasalahan kerak yang dikaji yaitu kerak $MgCO_3$ pada pipa tembaga, untuk ruang lingkup pengujian yang akan diuji yaitu pengaruh penambahan alumina 20% pada konsentrasi Mg^{2+} 3000 ppm.

Tujuan Penelitian

- ⊙ Mengetahui proses pergerakan magnesium karbonat $MgCO_3$ di dalam pipa.
- ⊙ Mengetahui massa kerak dan waktu induksi pengaruh penambahan alumina 20%.
- ⊙ Mengetahui morfologi dan komposisi atom kerak $MgCO_3$

Manfaat Penelitian

Penelitian ini merupakan kajian eksperimental yang hasilnya berupa data empirik tentang fenomena pembentukan kerak magnesium karbonat ($MgCO_3$) dan proses pencegahan terbetuknya kerak dengan menambahkan aditif alumina. Maka dari itu diharapkan akan memberikan manfaat pada umumnya bagi pengkajian dan pengembangan ilmu tentang kerak pada aspek proses pembentukan dan pencegahannya baik kerak dilingkungan sehari-hari maupun kerak yang muncul dalam industri, khususnya bagi para operator industri yang terkait dengan bidang kerak (seperti *boiler*, *cooling tower* dan *heat exchanger*) bias mendapatkan tambahan sumber informasi dalam menjalankan tugasnya.

KERAK

Kerak merupakan kerak yang paling umum terjadi pada dinding-dinding pipa industri yang melibatkan aliran fluida. Kerak juga dikenal sebagai hasil dari pengendapan kapur yang dapat dibuat dengan cara mengendapkan larutan kalsium klorida dengan Natrium karbonat dan natrium Sulfat. Adanya pembentukan kerak ini menimbulkan banyak kerugian antara lain menyebabkan gangguan transfer panas, korosi pada pipa aliran fluida, dan lain-lain.

Dari penjelasan diatas, faktor yang mendukung pembentukan dan pengendapan kerak antara lain adalah sebagai berikut :

- Air mengandung ion-ion yang memiliki kecenderungan untuk membentuk senyawa-senyawa yang mempunyai angka kelarutan rendah.
- Adanya perubahan kondisi fisik atau komposisi air yang akan menurunkan kelarutan lebih rendah dari konsentrasi yang ada.
- Kenaikan temperatur akan menyebabkan terjadinya proses penguapan, sehingga akan terjadi perubahan kelarutan.
- Air formasi yang mempunyai derajat keasaman (pH) besar akan mempercepat terbentuknya endapan kerak.
- Pengendapan kerak akan meningkat dengan lamanya waktu kontak dan ini akan mengarah pada pembentukan kerak yang lebih padat dan keras.

Proses pembentukan kristal CaSO_4 dapat dikategorikan dalam tiga tahapan pokok, yaitu :

1. Tahap Pembentukan Inti (nukleasi)

Pada tahap ini ion-ion yang terkandung dalam suatu fluida akan mengalami reaksi kimia untuk membentuk inti kristal. Inti kristal yang terbentuk sangat halus sehingga tidak akan mengendap dalam proses aliran.

2. Tahap Pertumbuhan Inti

Pada tahap pertumbuhan inti kristal akan menarik molekul-molekul yang lain, sehingga inti akan tumbuh menjadi butiran yang lebih besar, dengan diameter $0,001 - 0,1 \mu$ (ukuran koloid), kemudian tumbuh lagi sampai diameter $0,1 - 10 \mu$ (kristal halus). Kristal akan mulai mengendap saat pertumbuhannya mencapai diameter $> 10 \mu$ (kristal kasar).

3. Tahap Pengendapan

Kecepatan pertumbuhan kristal dipengaruhi oleh ukuran dan berat jenis kristal yang membesar pada tahap sebelumnya. Selain itu proses pembentukan juga dipengaruhi oleh aliran fluida pembawa, dimana kristal akan mengendap apabila kecepatan pengendapan lebih besar dari kecepatan aliran fluida (Siswoyo dan Erna, 2005).

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Larutan Na_2CO_3 dengan konsentrasi Ca^{+2} 3000 ppm dibuat dengan melarutkan kristal Na_2CO_4 (*Natrium Carboant*) grade : analitik
- Larutan MgCl_2 dengan konsentrasi Ca^{+2} 3000 ppm dibuat dengan melarutkan kristal CaCl_2 (*Calcium Chloride Dihydrad*) grade : analitik
- Alumina (Al_2O_3) sebagai aditif dengan persentase 20%.
- Aquades

Desain Prototype Close Circuit Scale Simulator

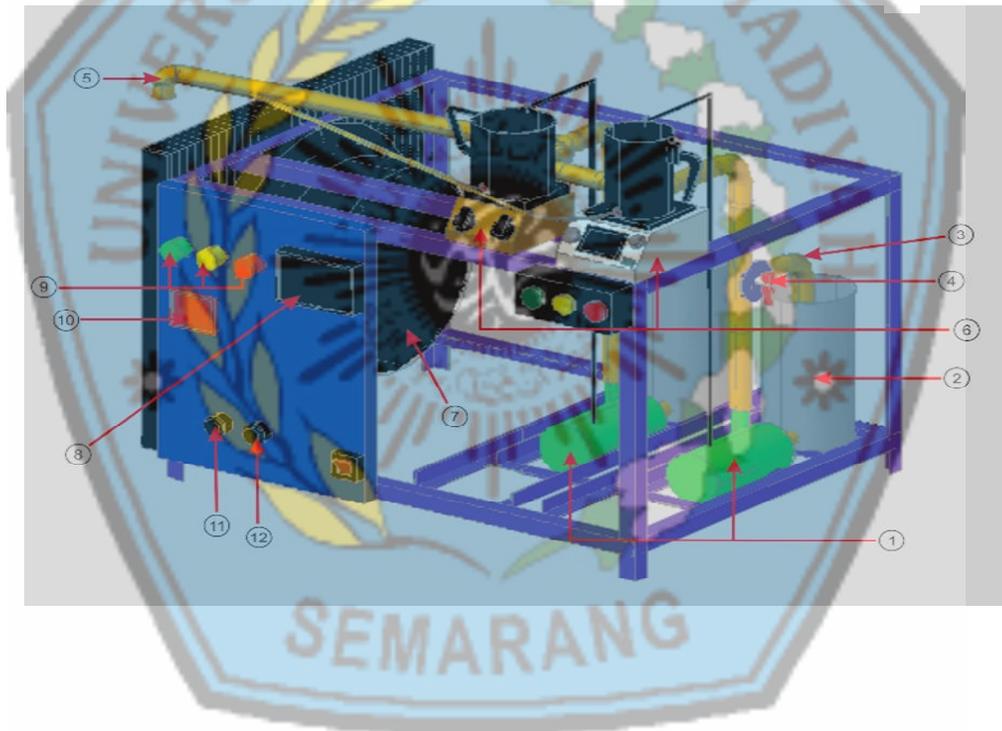
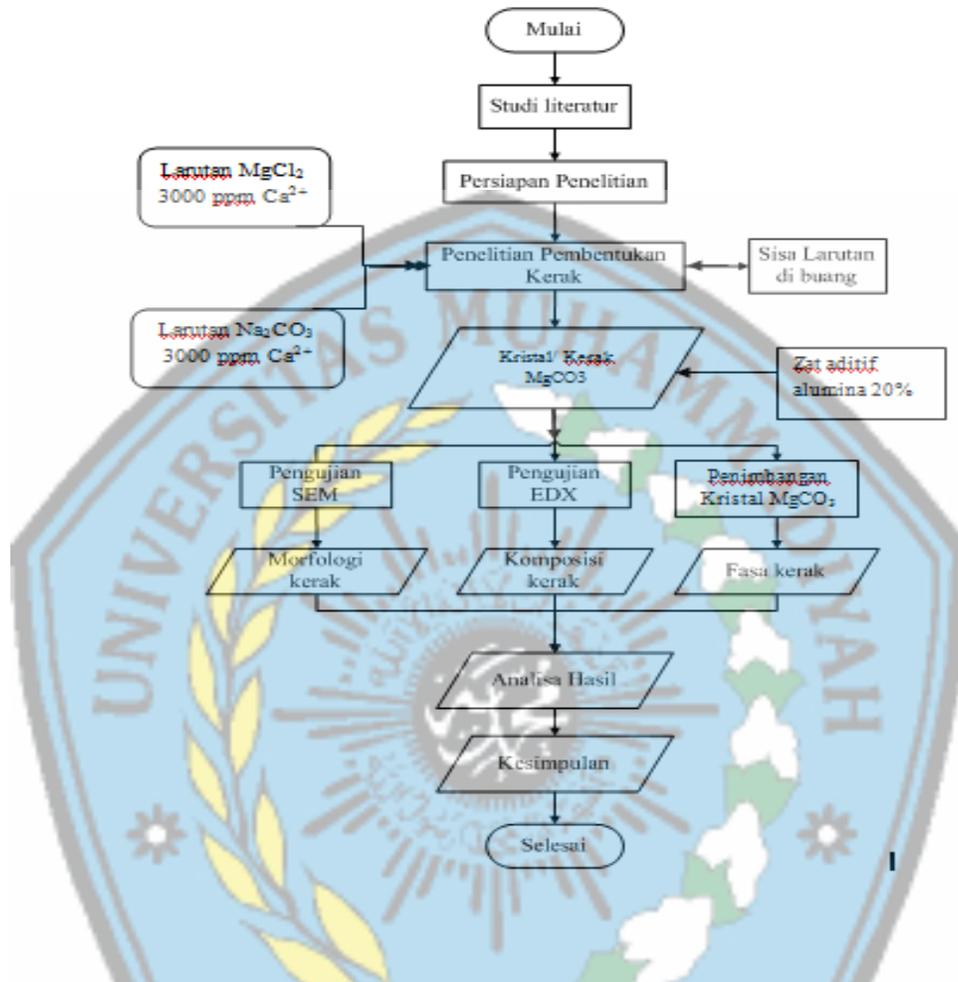


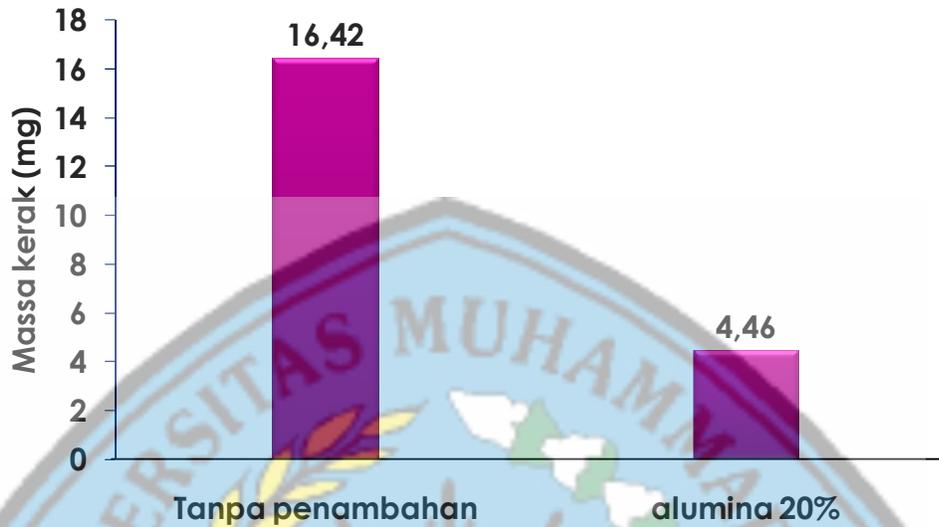
Diagram alir penelitian



Pengaruh Aditif Alumina 20 ppm Terhadap Massa Kerak MgCO₃

Alumina ditambahkan dalam proses pembentukan kerak dilakukan dengan tujuan untuk menghambat pertumbuhan kerak. Alumina yang ditambahkan dalam penelitian ini adalah 20 ppm. alumina dipilih sebagai aditif untuk menghambat pertumbuhan kerak karena alumina merupakan logam oksida yang memiliki daya hambat yang kuat terhadap pembentukan kerak (Akyari et al., 2012). Penelitian dilakukan dengan membandingkan tanpa penambahan zat aditif dan penambahan alumina 20%. Pengaruh penambahan alumina terhadap massa kerak magnesium karbonat ditunjukkan.

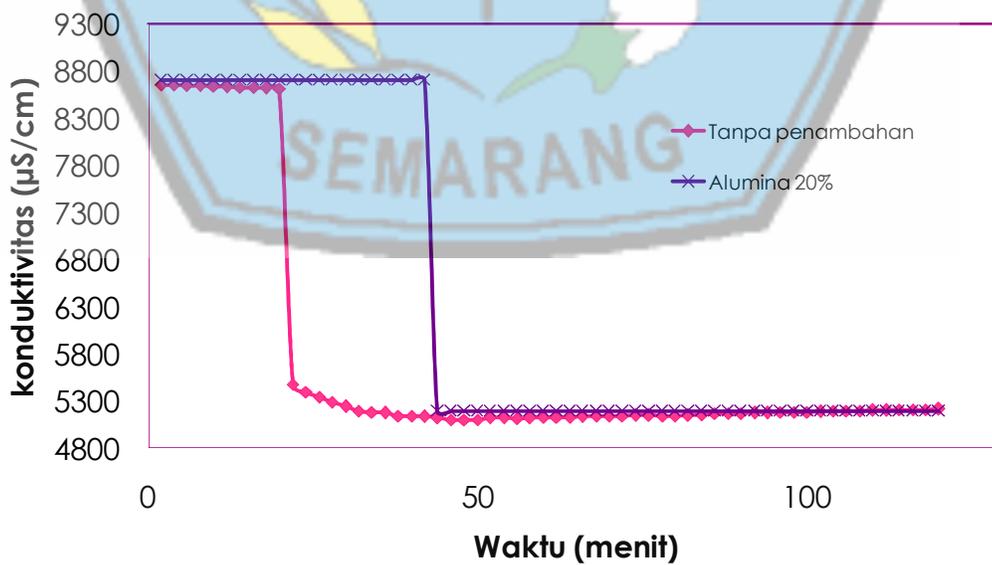
Pengaruh Aditif Alumina 20% Terhadap Massa Kerak $MgCO_3$



Pengaruh Aditif Alumina 20% Terhadap Massa Kerak $MgCO_3$

Pada Gambar 4.1, menunjukkan bahwa pada kondisi tanpa penambahan, massa kerak kalsium karbonat yang terbentuk lebih banyak dibandingkan dengan penambahan alumina 20%.

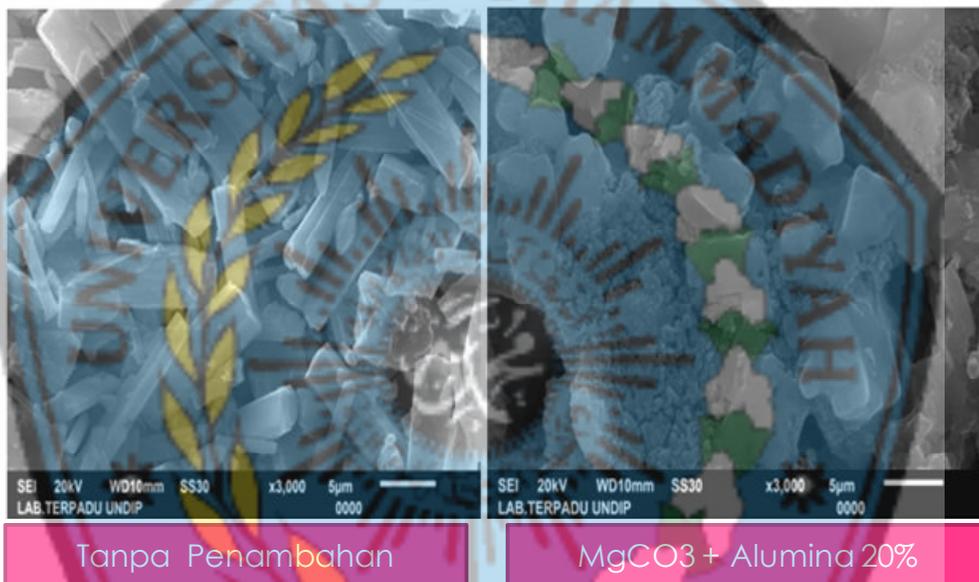
Analisa Waktu Induksi



Analisa Waktu Induksi

Gambar 4.2 merupakan grafik hubungan antara konduktivitas larutan dengan waktu penelitian pada penambahan alumina 20% dan tanpa penambah dengan kosentrasi larutan Ca^{2+} 3000 ppm. Pada waktu tertentu terjadi penurunan secara signifikan yaitu 21 menit dan 44 menit, dimana tanpa penambahan nilai konduktivitas larutan 8612 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan penambahan alumina 20% nilai konduktivitas 8702 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Analisa SEM

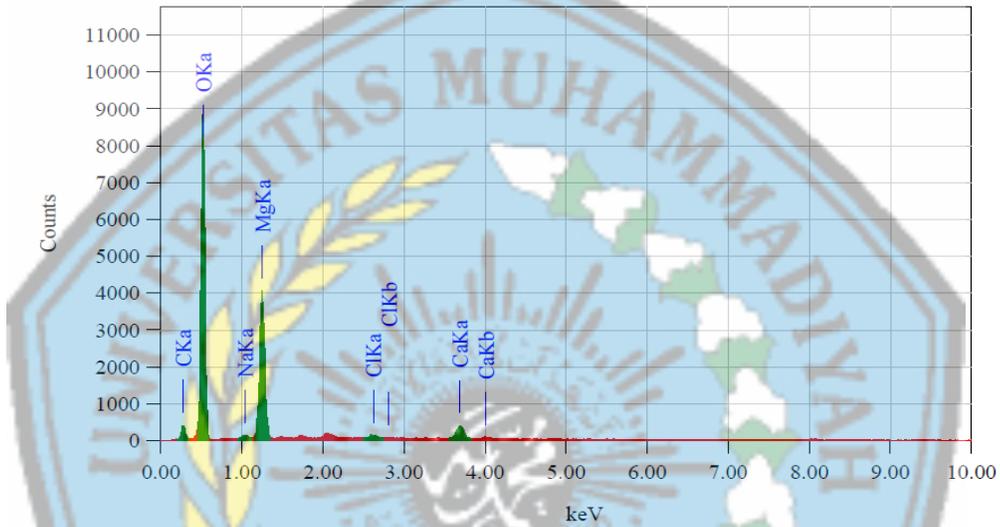


Analisa SEM

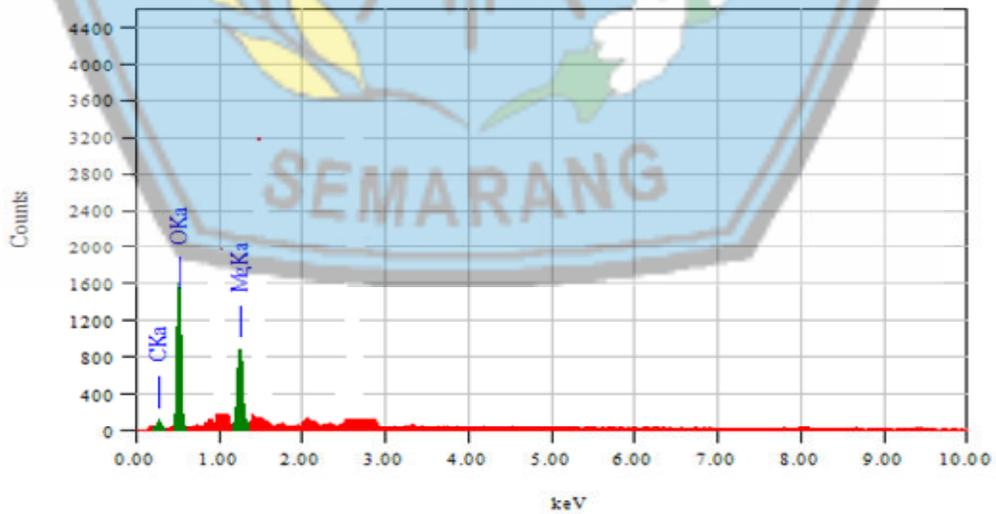
Hasil SEM menunjukkan perubahan bentuk kristal dari plate rombohedral (tanpa penambahan) menjadi bentuk yang tidak beraturan dan memiliki ukuran lebih kecil. Hal ini disebabkan alumina dapat menghambat pembentukan kerak kalsium karbonat secara mekanik dan kimiawi. Secara mekanik, alumina merupakan serbuk halus yang mampu mengerus kerak magnesium karbonat sedangkan secara kimiawi, alumina dapat bereaksi dengan molekul kalsium karbonat menjadi molekul lain yang lebih mudah untuk dibersihkan.

Analisa EDX Tanpa penambahan

Pada prinsipnya mikroskop elektron dapat mengamati morfologi, struktur mikro, komposisi, dan distribusi unsur. Untuk menentukan komposisi unsur secara kualitatif dan kuantitatif perlu dirangkaikan satu perangkat alat EDS (*Energy Dispersive X-ray Spectrometer*). Hasil Pengujian EDS hasil percobaan pada laju alir 30 mL/menit pada konsentrasi 3000 ppm dapat dilihat



Analisa EDX MgCO₃ + Alumina 20%



Analisa mikro kristal magnesium karbonat+alumina 20%

Element	Tanpa penambahan	MgCO ₃ + Alumina 20%
C K	43.59	41.23
O K	21.23	19.35
MgK	29.19	27.43

Hasil analisa mikro meliputi komposisi atom pembentuk kristal yang dinyatakan dalam presentase atom. Presentase diatas bila dibandingkan dengan hitungan secara teoritis ternyata mempunyai perbedaan.

Menurut perhitungan teoritis presentase berat kandungan Mg pada MgCO₃ seharusnya adalah $24/100 \times 100\% = 29.19 \text{ wt}\%$ sedangkan hasil analisa mikro dengan tanpa penambahan penambahan kandungan Mg = 43.59% dan dengan penambahan alumina 20% kandungan Mg = 32.43 %. Untuk kadar carbon (C) seharusnya $12/100 \times 100\% = 12 \text{ wt}\%$ sedangkan hasil analisa mikro tanpa penambahan didapatkan 43.59%wt dan untuk penambahan alumina 20% didapatkan 46.23%. Untuk kadar oksigen seharusnya $48/100 \times 100\% = 48 \text{ wt}\%$ sedangkan hasil analisa mikro pada konsentrasi tanpa penambahan menunjukan 21.23% dan untuk penambahan alumina 20% didapatkan hasil 21,35%.

Perbedaan hasil analisa mikro ini di akibatkan oleh beberapa sebab yaitu :

1. Adanya konsentrasi larutan dengan penambahan alumina 20% sehingga proporsi MgCO₃ mengalami perubahan.
2. Adanya kandungan natrium dan klorid dalam kristal sehingga berpengaruh komposisi kristal.

Kesimpulan

- ⦿ Penambahan zat aditif alumina 20% memiliki pengaruh yang cukup besar menurunkan pembentukan massa kerak MgCO₃.
- ⦿ Hasil pengujian waktu induksi, pada waktu tertentu terjadi penurunan secara signifikan yaitu 21 menit (tanpa penambahan) dan 44 menit (alumina 20%),

dimana tanpa penambahan nilai konduktivitas larutan 8612 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dan penambahan alumina 20% nilai konduktivitas 8702 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

- ⦿ Dari hasil SEM antara tanpa penambahan dan dengan penambahan alumina 20% terlihat perbedaannya adalah bentuk kubus berukuran besar untuk tanpa penambahan sedangkan tanpa penambahan alumina berbentuk tidak beraturan dan berukuran lebih kecil. Hal tersebut karena aditif mampu menempel pada permukaan kristal MgCO_3 selama proses pertumbuhan kristal sehingga berdampak pada perubahan morfologi kristal MgCO_3 .

