

PROSES PELARUTAN BIJIH DOLOMIT DALAM LARUTAN ASAM KLOORIDA

Ahmad Royani

Pusat Penelitian Metalurgi dan Material – LIPI
Gedung 470 Kawasan Puspiptek – Serpong, Tangerang Selatan 15314
E-mail: ahmad.royani@lipi.go.id

ABSTRAK

Proses pelarutan memegang peranan penting dalam persiapan pengolahan dolomit supaya dapat digunakan dalam berbagai aplikasi di industri. Salah satu faktor terpenting dalam proses pelarutan adalah variabel konsentrasi pelarut dan temperatur proses pelarutan. Untuk melihat pengaruh dari kedua variabel tersebut, maka dilakukan proses pelarutan dolomit dengan menggunakan larutan asam klorida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam dan temperatur proses dalam pelarutan mineral dolomit menggunakan asam klorida. Proses pelarutan dilakukan terhadap 20 gram sampel dolomit dengan konsentrasi asam sebesar 1, 2, 3, 4 N pada temperatur 30, 50, 70, 90 °C. Hasil percobaan menunjukkan bahwa ekstraksi magnesium dan kalsium cenderung semakin meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi asam dan temperatur proses pelarutan. Proses pelarutan dolomit optimum dicapai pada temperatur 30 °C dengan konsentrasi 4 N HCl selama 5 jam dengan kalsium dan magnesium terekstrak sebesar 60,31 % dan 25,79 %.

Kata kunci: Asam klorida, Dolomit, Kalsium-magnesium, Pelarutan.

ABSTRACT

Leaching is important process in the preparation of dolomite processing so that it can be used in various applications in the industry. One of the most important factors in the leaching is the concentration of the solvent and the process temperature. To determine the effect of these parameters, then the leaching of dolomite by using a solution of hydrochloric acid was investigated. This study aims to determine the effect of acid concentration and process temperature in the leaching of dolomite using hydrochloric acid. The leaching process was carried out on 20 gram samples of dolomite with acid concentrations of 1, 2, 3, 4 N at 30, 50, 70, 90 °C. The leaching process was conducted on 20 gram samples of dolomite with acid concentrations of 1, 2, 3, 4 N at 30, 50, 70 and 90 °C. The experimental results indicate that the extraction of magnesium and calcium tends to increase along with the increase of acid concentration and temperature of the leaching process. The optimum leaching process of dolomite is achieved at a temperature of 30 °C with a concentration of 4 N HCl for 5 hours with calcium and magnesium extracted about 60.31% and 25.79%.

Keywords: Hydrochloric acid, Dolomite, Calcium-magnesium, Leaching.

PENDAHULUAN

Mineral dolomit adalah salah satu batuan alam yang berbasis pada mineral karbonat seperti halnya batu kapur, kalsit (CaCO_3) dan *magnesite* (MgCO_3). Nama mineral dolomit berasal dari nama ahli mineral dari Perancis yang bernama Deodat De Dolomieu. Dolomit mempunyai rumus kimia $\text{Ca.Mg}(\text{CO}_3)_2$, pada umumnya menunjukkan kenampakan warna putih namun demikian ada

juga yang berwarna keabu-abuan, kebiruan dan warna kuning muda. Memiliki berat jenis antara 2,8 – 2,9 g/ ml dan bersifat lunak (derajat kekerasan hanya 3,5 – 4 skala mohr) dan mudah menyerap air [J. Warren 2000].

Senyawa magnesium karbonat ($\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) dan magnesit (MgO) merupakan salah satu senyawa yang paling penting dari industri magnesium. Telah banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti

pasta gigi, lukisan, manufaktur kosmetik, plastik, karet, dan sebagai prekursor untuk bahan kimia lainnya [L.X. Wei dkk, 2011]. Magnesia (MgO) biasanya diproduksi secara komersil melalui proses dekomposisi termal dari magnesit ($MgCO_3$) atau magnesium hidroksida ($Mg(OH)_2$) yang diperoleh dari proses air laut maupun dari mineral dolomit [E. Alvarado dkk, 2000].

Banyak penelitian mengenai pelarutan mineral dolomit dengan berbagai larutan pelarut yang telah dilakukan. Pelarutan bijih magnesit umumnya dilakukan pada skala industri menggunakan reaktor hidrometalurgi. Studi tentang pelarutan bijih magnesit alam menggunakan asam suksinat sebagai agen pelarut telah dilakukan oleh [N. Raza dkk, 2015]. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa ekstraksi magnesium tergantung pada konsentrasi asam, temperatur reaksi, ukuran partikel bijih, kecepatan pengadukan dan rasio padatan. Pendekatan grafis dan statistik dalam analisis data kinetik menyatakan bahwa laju ekstraksi magnesium dari magnesit alami dikendalikan oleh tahapan reaksi kimia. Energi aktivasi yang didapat dalam percobaan pelarutan magnesit ini sebesar $45,197 \text{ kJ mol}^{-1}$ pada rentang temperatur reaksi $40 \text{ }^\circ\text{C}$ sampai $70 \text{ }^\circ\text{C}$.

Larutan asam juga telah digunakan dalam penelitian pemurnian bijih talk Nigeria oleh [A.A. Baba dkk, 2015]. Penelitiannya difokuskan untuk mengetahui pengaruh dari konsentrasi asam, temperatur reaksi dan ukuran partikel. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa kinetika kelarutan bijih talk dalam asam klorida (HCl) meningkat dengan meningkatnya konsentrasi asam, temperatur dan penurunan diameter partikel bijih. Dalam eksperimennya pada $75 \text{ }^\circ\text{C}$ dengan konsentrasi 2 mol/L HCl selama 120 menit, keterlarutan bijih mencapai 62,1%. Energi aktivasi yang didapatkan pada percobaan ini sebesar $31,2 \text{ kJ mol}^{-1}$ dan reaksi dikendalikan oleh laju difusi [A.A. Baba dkk, 2015].

Pelarutan asam klorida digunakan dalam pembuatan nanopartikel MgO dari mineral dolomit melalui tahapan kalsinasi, pelarutan dan presipitasi [Mantilaka dkk, 2014]. Dalam persiapan pembuatan nanopartikel MgO tersebut, serbuk dolomit dipanaskan pada $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ selama 4 jam, kemudian dilarutkan dalam larutan sukrosa untuk memisahkan MgO dari kalsium. Endapan MgO kemudian dilarutkan

dengan asam klorida dan diendapkan dengan penambahan natrium hidroksida. Metode ini dinilai kurang ekonomis walaupun menghasilkan kualitas nanopartikel MgO yang baik karena preparasinya memerlukan energi yang tinggi.

Penggunaan asam klorida juga telah digunakan dalam penelitian pelarutan bijih dolomit-talk untuk mendapatkan larutan $MgCl_2$ - $CaCl_2$ dalam proses pemurnian serbuk talk. Hasil percobaan menunjukkan bahwa proses pelarutan merupakan salah satu teknik pendekatan yang layak untuk memanfaatkan secara efisien sumber bijih karbonat kadar rendah. Dalam kesimpulannya menyatakan bahwa proses pelarutannya dapat mengurangi proses kalsinasi dolomit sehingga dapat menghemat banyak energi. Proses pelarutan juga memiliki keunggulan berupa produksi yang bersih yakni adalah rute yang ramah dan hijau untuk persiapan pembuatan MgO dan $CaCO_3$ dari bijih dolomit-talk [G. Li dkk, 2013].

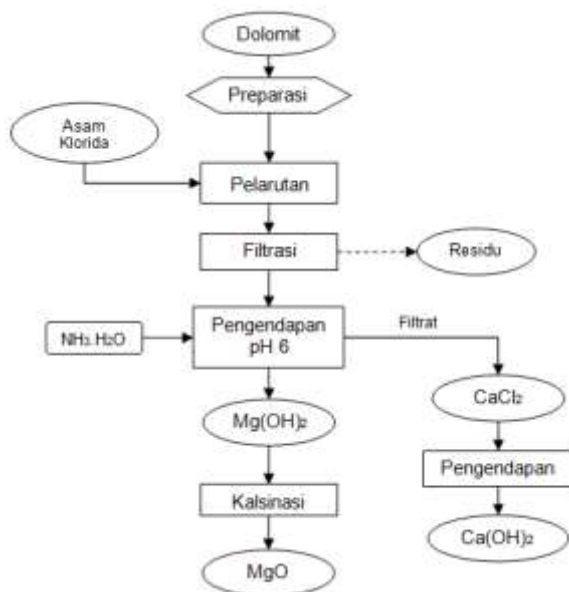
Potensi dolomit di Indonesia cukup besar dan terbesar mulai dari propinsi di Aceh hingga ke Papua dengan spesifikasi yang berbeda-beda. Penyebaran dolomit yang cukup besar terdapat di Propinsi Sumatera Utara, Sumatera Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Madura dan Papua [Tekmira, 2016]. Pemanfaatan mineral dolomit yang terdapat di Indonesia hanya sebatas untuk keperluan pembuatan pupuk dolomit dan bata dolomit untuk keperluan bahan bangunan.

Dari serangkaian beberapa penelitian dan potensi dolomit di Indonesia, proses pelarutan memegang peranan penting dalam persiapan pengolahan dolomit supaya dapat digunakan dalam berbagai aplikasi. Salah satu faktor terpenting dalam proses pelarutan adalah parameter konsentrasi dari pelarut itu sendiri dan temperatur proses. Mengingat kedua parameter tersebut sangat berpengaruh terhadap magnesium dan kalsium yang terekstrak dalam proses pelarutan dolomit. Untuk melihat pengaruh dari kedua parameter tersebut, maka dilakukan pelarutan dengan menggunakan beberapa konsentrasi asam klorida pada berbagai temperatur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam dan temperatur proses dalam pelarutan mineral dolomit menggunakan asam klorida. Penelitian dibatasi pada penggunaan dolomit dari daerah di Jawa Timur dengan

penggunaan pelarut asam klorida pada kecepatan pengadukan dan rasio padatan yang konstant.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk dolomit berukuran -60 mesh. Sebelum dilakukan pelarutan, terlebih dahulu dolomit dikeringkan dalam oven pada temperatur 100 °C selama 7 jam. Proses pelarutan dolomit menggunakan labu ukur pada dan kompor *hot plate* sebagai pemanasnya. Proses pelarutan dilakukan terhadap 20 gram sampel dolomit dengan memvariasikan konsentrasi larutan asam klorida, temperatur dan waktu proses. Setelah pelarutan selesai, kemudian dilakukan proses filtrasi untuk memisahkan antara filtrat dan residu. Selanjutnya dilakukan proses pengendapan terhadap filtrat menggunakan amoniak ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) untuk memisahkan antara Mg dan Ca. Presipitat hasil pengendapan kemudian dikalsinasi pada 800 °C selama 4 jam. Diagram alir proses percobaan pemisahan Mg dan Ca dalam dolomit diilustrasikan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir percobaan pelarutan dolomit.

HASIL DAN BAHASAN

Desain percobaan dan hasil proses pelarutan mineral dolomit ditunjukkan dalam

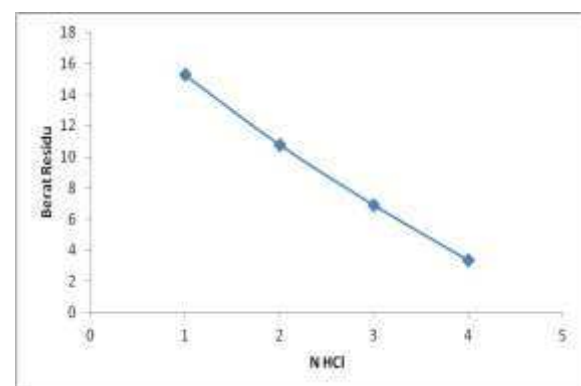
Tabel 1. Percobaan dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing konsentrasi asam klorida, temperatur pelarutan dan waktu pelarutan.

Tabel 1. Desain dan Hasil percobaan pelarutan dolomit.

No	Konsentrasi (N)	Temp (°C)	Waktu (jam)	Hasil Residu	Konsentrasi Filtrat (%)	
					Ca	Mg
1	1			15,26	48,67	17,38
2	2			10,78	53,64	20,06
3	3	30	1	6,89	55,72	22,52
4	4			3,33	57,93	23,65
5		50		1,92	58,23	25,49
6	4	70	1	1,52	58,94	26,17
7		90		1,88	58,78	25,78
8			2	3,08	58,15	23,84
9			3	1,58	59,67	25,19
10	4	30	4	1,61	58,46	24,96
11			5	1,42	60,31	25,79

Pengaruh Konsentrasi Larutan

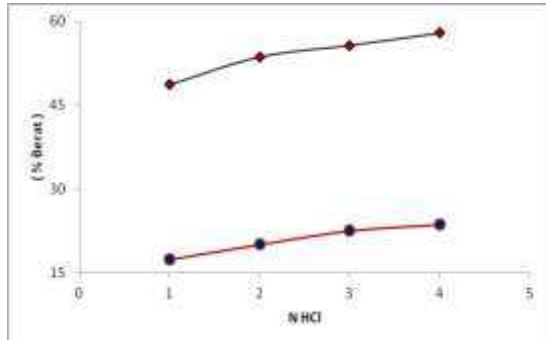
Salah satu parameter yang diamati dalam proses pelarutan dolomit menggunakan asam klorida adalah pengaruh konsentrasi dari larutan asam klorida sendiri. Konsentrasi asam klorida yang digunakan dalam percobaan pelarutan ini sebesar 1, 2, 3 dan 4 N pada temperatur 30 °C selama 1 jam dengan kondisi kecepatan pengadukan konstant. Hasil percobaan pengaruh konsentrasi asam klorida terhadap kalsium dan magnesium terekstrak ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil residu berdasarkan konsentrasi.

Dapat dilihat bahwa kecenderungan kalsium - magnesium yang terekstrak meningkat dengan naiknya konsentrasi asam sulfat dari 1 N sampai 4 N. Peningkatan persen magnesium terekstrak semakin tinggi karena

penambahan asam klorida dapat meningkatkan laju kecepatan reaksi dan laju difusi H^+ . Hal ini disebabkan karena semakin besar konsentrasi pereaksi (HCl), maka semakin banyak ion - ion H^+ yang bereaksi sehingga semakin banyak Mg terbentuk. Dengan demikian, reaksi semakin cepat berlangsung. sebaliknya, jika konsentrasi berkurang, maka ion - ion H^+ akan sedikit dan laju reaksi juga akan berkurang.



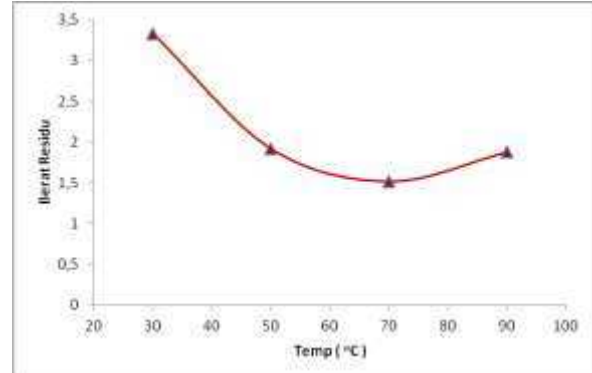
Gambar 3. Kandungan Mg dan Ca berdasarkan konsentrasi.

Persen Ca yang ikut terlarut juga semakin tinggi dengan bertambahnya konsentrasi larutan asam klorida. Hasil percobaan pengaruh konsentrasi asam sulfat pada pelarutan bijih dolomit ditunjukkan pada Gambar 3.1. Persen Ca yang terlarut meningkat perlahan pada penambahan konsentrasi asam dari 1 N HCl sampai dengan 4 N HCl. Berdasarkan pada hasil percobaan pengaruh konsentrasi asam yang diperoleh, maka untuk percobaan selanjutnya konsentrasi asam sulfat yang digunakan sebesar 4 N HCl.

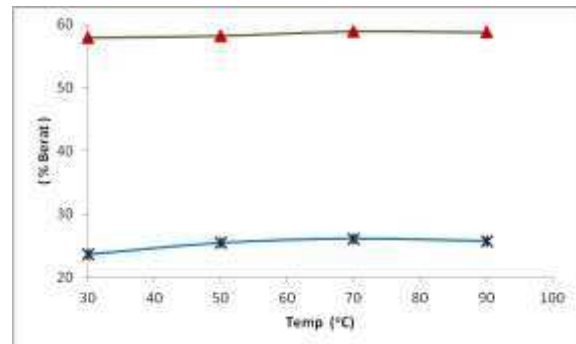
Pengaruh Temperatur

Setelah percobaan pengaruh dari konsentrasi asam yang dipakai, selanjutnya dilakukan percobaan pengaruh temperatur. Dalam mempelajari pengaruh temperatur, konsentrasi asam sulfat yang digunakan adalah 4 N HCl dengan kecepatan pengadukan konstant dan 20% persen padatan pada temperatur 30, 50, 70 dan 90 °C. Hasil dari percobaan pengaruh temperatur terhadap persen magnesium dan kalsium terekstrak ditunjukkan pada Gambar 3.3. Dari Gambar 5.8, secara umum terlihat bahwa persen magnesium terekstrak meningkat dengan naiknya temperatur. Pada temperatur tinggi, jumlah partikel yang bereaksi lebih banyak dan bergerak lebih cepat dibandingkan pada temperatur rendah. Hal ini disebabkan karena

pada temperatur tinggi energi kinetik partikel akan lebih besar. Hal ini menyebabkan jumlah tumbukan semakin banyak sehingga laju reaksi akan meningkat. Peningkatan temperatur juga dapat menurunkan nilai energi aktivasi (E_a) yakni energi minimum yang dibutuhkan suatu zat untuk terjadinya reaksi, sehingga dengan penurunan energi aktivasi ini membuat reaksi berjalan lebih cepat.



Gambar 4. Hasil residu berdasarkan temperatur.



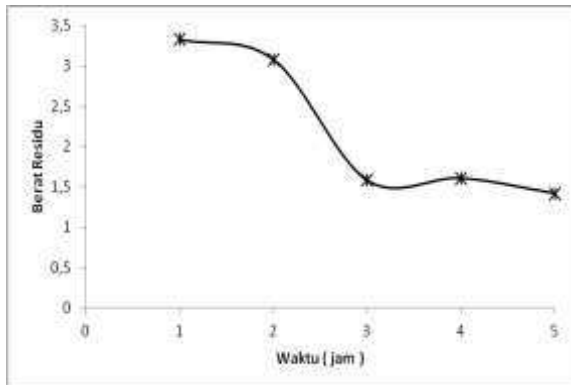
Gambar 5. Kandungan Mg dan Ca berdasarkan temperatur.

Persen kalsium yang ikut terlarut juga meningkat dengan kenaikan temperatur proses pelarutan.

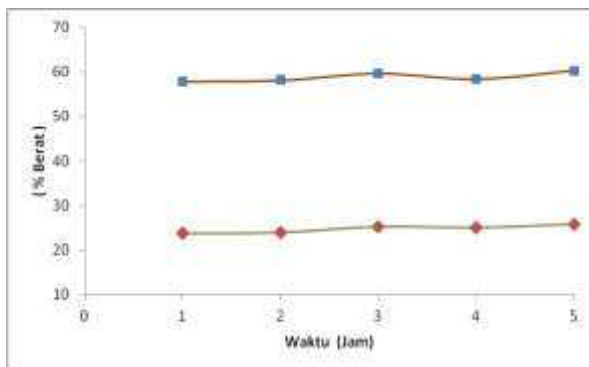
Pengaruh Waktu

Pengaruh waktu proses pelarutan dilakukan dengan memvariasikan waktu sampai 3jam pada temperatur 30 °C dengan kondisi percobaan menggunakan konsentrasi asam sulfat 12% H_2SO_4 , persen padatan 10% dan kecepatan pengadukan 400 rpm. Hasil percobaan pelarutan bijih mangan dengan variasi waktu proses ditunjukkan pada Gambar 2. Pada 30 menit pertama, hanya sekitar 55% mangan yang terekstrak. Peningkatan signifikan terjadi pada awal proses pelarutan

sampai dengan 60 menit dengan mangan terekstrak mencapai 65%. Setelah 60 menit, peningkatan mangan terekstrak relatif lambat hingga 180 menit yang hanya mencapai 75%.



Gambar 6. Hasil residu berdasarkan waktu.



Gambar 7. Kandungan Mg dan Ca berdasarkan temperatur

KESIMPULAN

Dari percobaan dan pembahasan hasil pelarutan dolomit dengan asam sulfat dapat disimpulkan bahwa ekstraksi magnesium dan kalsium dari mineral dolomit dapat dilakukan dengan menggunakan asam klorida sebagai pelarut. Hasil menunjukkan bahwa konsentrasi larutan asam klorida dan temperatur sangat berpengaruh terhadap magnesium dan kalsium yang terekstrak. Hasil ekstraksi magnesium dan kalsium cenderung semakin meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi asam dan temperatur proses pelarutan. Proses pelarutan dolomit optimum dicapai pada temperatur 30 °C dengan konsentrasi 4 N HCl selama 5 jam dengan kalsium dan magnesium terekstrak sebesar 60,31 % dan 25,79 %.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Pusat Penelitian Metalurgi dan Material, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia yang telah mendanai penelitian ini melalui kegiatan Kompetensi Inti pada tahun anggaran 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- A.A. Baba, dkk. 2015. *Purification of a Nigerian talc ore by acid leaching*. Applied Clay Science 114, hal. 476–483.
- E. Alvarad, dkk. 2000. *Preparation and characterization of MgO powders obtained from different magnesium salts and the mineral dolomite*. Polyhedron 19, hal. 2345–2351.
- G. Li, dkk. 2013. *Comprehensive use of dolomite-talc ore to prepare talc, nano-MgO and lightweight CaCO₃ using an acid leaching method*. Applied Clay Science 86, hal. 145–152.
- J. Warren. 2000. *Dolomite: occurrence, evolution and economically important associations*. Earth-Science Reviews 52, hal. 1–81.
- L.X. Wei, dkk. 2011. *Preparation of basic magnesium carbonate and its thermal decomposition kinetics in air*. J. Cent. South Univ. Technol. 18, hal. 1865–1870.
- Mantilaka, dkk. 2104. *Nanocrystalline magnesium oxide from dolomite via poly(acrylate)stabilized magnesium hydroxide colloids*. Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 443, hal. 201–208.
- N. Raza, dkk. 2015. *Leaching of natural magnesite ore in succinic acid solutions*. International Journal of Mineral Processing 139, hal. 25–30.
- Tekmira-ESDM, 2015. Data pertambangan dolomite 2016. Available: <http://www.tekmira.esdm.go.id/data/Dolomit/Ulasan.asp?xdir=Dolomit&commId=10&com m=Dolomit>. [May. 12, 20016].