

Pengaruh voltase terhadap rendemen magnesium hidroksida dari *bitterns* melalui sistem elektrolisis

(The effect of voltage towards hydroxide magnesium yield through electrolysis system)

Fitria Fatichatul Hidayah

Universitas Muhammadiyah Semarang
Fitriafatichatul@gmail.com

diterima 25 Oktober 2014, disetujui 17 November 2014

Abstrak

Magnesium hidroksida mempunyai prospek dan manfaat sebagai bahan baku penyimpan gas hidrogen, bahan baku pembuatan magnesium oksida (MgO), dan obat maag. Magnesium dipisahkan berdasarkan metode elektrolisis. Hasilnya berupa magnesium hidroksida. Penelitian ini bertujuan untuk mengendapkan magnesium hidroksida melalui sistem elektrolisis dan menentukan pengaruh voltase terhadap rendemen hasil elektrolisis berupa $Mg(OH)_2$. Sel elektrolisis terdiri dari 2-kompartemen, satu kompartemen berisi larutan Bittern di katoda dan kompartemen lain berisi larutan KOH pada anoda. Elektrolisis menggunakan tabung U yang disekat jembatan garam KCl, Elektroda berupa grafit dan potensial terpasang bervariasi mulai 3, 6, 9, dan 12 volt selama 120 menit. Magnesium hidroksida dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer IR dan AAS. Penggunaan voltase terpasang 3 sampai 9 volt meningkatkan endapan $Mg(OH)_2$ hasil elektrolisis tetapi pada voltase 12 volt terjadi penurunan endapan magnesium hidroksida. Rendemen tertinggi yang dihasilkan pada penggunaan voltase sebesar 99,59%. Hasil analisis kadar Magnesium diperoleh 51,26%. Spektra IR $Mg(OH)_2$ hasil elektrolisis dengan spektra IR $Mg(OH)_2$ standar memiliki kemiripan bentuk spektra. Hal ini membuktikan bahwa endapan hasil elektrolisis merupakan $Mg(OH)_2$.

Kata kunci: voltase, bittern, elektrolisis, magnesium hidroksida

Pendahuluan

Bitterns memiliki kadar magnesium sebesar 15-17,98% [1-3] sehingga dapat dijadikan sumber magnesium dalam bentuk magnesium hidroksida. Magnesium hidroksida mempunyai prospek dan manfaat sebagai bahan baku penyimpan gas hidrogen, bahan baku pembuatan magnesium oksida (MgO), dan obat maag [4,5]. Dalam produksi tinta adanya magnesium digunakan sebagai katalis dalam tangki pembuatan tinta, dalam pabrik karet digunakan sebagai bahan untuk mempercepat proses vulkanisasi. Vulkanisasi merupakan proses pembentukan ikatan silang kimia dari rantai molekul yang berdiri sendiri [6]. Magnesium hidroksida digunakan dalam pasta baterai sebagai anode untuk sistem sel baterai bahan bakar. Berdasarkan manfaat magnesium hidroksida dan melimpahnya air bitterns, peneliti

mengendapkan magnesium hidroksida dengan sistem elektrolisis.

Pengambilan magnesium hidroksida dari air laut dengan proses dow yaitu pengendapan ion Mg sebagai $Mg(OH)_2$ dengan menggunakan NaOH dari hasil kalsinasi Dolomit [3,7,8]. Kalsinasi Dolomit dalam tanur membutuhkan suhu dan energi cukup besar, selain itu reagen berlebih pada metode pengendapan dapat menghasilkan endapan $Mg(OH)_2$ dengan tingkat kemurnian yang rendah karena masih mengandung beberapa zat pencemar [9] sehingga metode tersebut tidak efisien. Cara lain untuk mendapatkan magnesium dalam bentuk magnesium hidroksida adalah dengan metode elektrolisis [4,5].

Pemisahan ion magnesium secara selektif dalam bentuk magnesium hidroksida melalui elektrolisis sistem $MgSO_4$ -KCl- H_2O telah diterapkan dalam [10]. Sistem $MgSO_4$ -KCl- H_2O kurang efisien sehingga disempurnakan oleh

sistem $C|KOH||Bitterns|C$, sistem ini membentuk senyawa KOH , Cl_2 , H_2 dan melepaskan panas. Senyawa KOH mudah terurai dalam bentuk ion-ionnya sehingga dapat memperkecil kelarutan $Mg(OH)_2$ [9,11]. Perubahan voltase dalam sistem elektrolisis berpengaruh terhadap hasil endapan magnesium hidroksida.

Penelitian ini melaporkan bahwa $Mg(OH)_2$ dapat terbentuk melalui proses elektrolisis dengan sistem $C|KOH||Bitterns|C$. Voltase yang digunakan untuk proses elektrolisis sebanding dengan hasil elektrolisis.

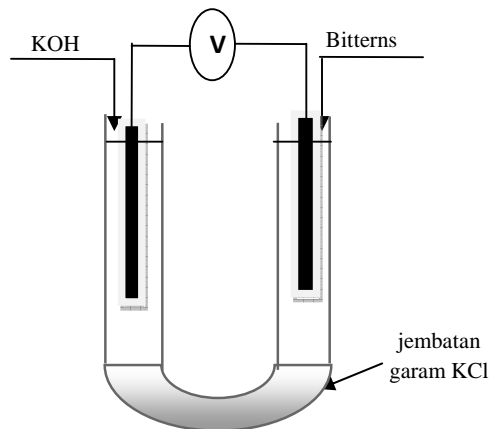
Metodologi Penelitian

Penelitian menggunakan larutan *Bitterns*, larutan KOH berkonsentrasi 2; 1; 0,75; 0,5; 0,25;

0,1; 0,05; 0,01 M, KCl , fenolftalin, dan aquades. Alat elektrolisis yang digunakan adalah tabung U yang disekat jembatan garam. Grafit digunakan sebagai elektrode inert. Pencatat daya Montana sebagai sumber arus listrik eksternal. Multimeter analog SANWA untuk mengontrol kuat arus listrik selama elektrolisis. Neraca analitik digital untuk menimbang endapan hasil elektrolisis.

Konstruksi Alat

Alat elektrolisis 2-kompartemen dikonstruksikan seperti Gambar 1. Bagian kanan adalah kompartemen katodik dan bagian kiri kompartemen anodik.



Gambar 1. Sel 2-Kompartemen

Elektrolisis Larutan

Larutan *Bitterns* 15 mL dimasukkan dalam kompartemen katodik dan kompartemen anodik diisi dengan 15 mL larutan KOH dengan variasi konsentrasi 1; 0,8; 0,6 0,4; 0,2; 0,1 M. Kedua kompartemen dihubungkan dengan agar-agar sebagai jembatan garam. Elektrode yang digunakan sebagai anode dan katode adalah grafit. Elektrolisis dilakukan dengan variasi potensial terpasang 3; 4; 6; 7,5; 9; 12; 13,8 volt. Masing-masing elektrolisis dilakukan 2 jam. Setelah proses elektrolisis selesai, pasta putih dikatode mengendap, endapan disaring sambil dicuci 10 kali dengan aquades dingin $10^{\circ}C$, kemudian dikeringkan. Proses elektrolisis dilakukan pengulangan 3 kali tiap konsentrasi dan tiap voltase.

Analisis Hasil Elektrolisis

Endapan $Mg(OH)_2$ ditimbang memakai neraca analitik digital. Massa endapan hasil timbangan dibandingkan dengan massa magnesium hidroksida hasil perhitungan teretik sehingga diperoleh nilai rendemen. Endapan magnesium hidroksida dianalisis menggunakan AAS untuk menentukan kadar magnesium dalam sampel magnesium hidroksida. Sebagai data penguat, bahwa endapan hasil elektrolisis berupa magnesium hidroksida digunakan spektrofotometer IR.

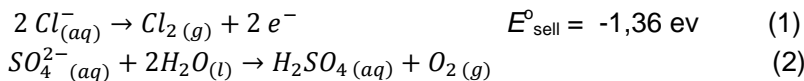
Hasil dan Pembahasan

Secara kualitatif $Mg(OH)_2$ hasil elektrolisis berupa pasta putih terendapkan di kompartemen katode dan setelah proses pengeringan berupa padatan putih, Secara kuantitatif ditentukan oleh perolehan massa endapan $Mg(OH)_2$ yang dihasilkan dari elektrolisis tersebut.

Proses Elektrolisis Sistem |KOH||Bitterns|C

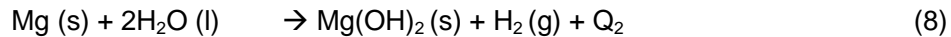
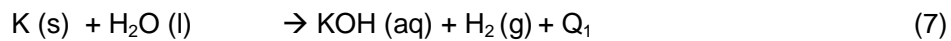
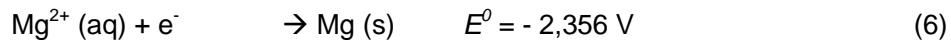
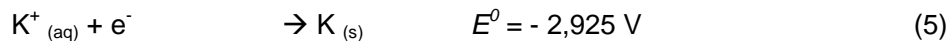
Pada anode, anion melepaskan elektron menuju katode sehingga di anode terjadi reaksi oksidasi. Setiap terjadi reaksi oksidasi, anode kekurangan elektron maka ion SO_4^{2-} dan Cl^- berdifusi menuju anode untuk menyeimbangkan muatan elektron pada kedua kompartemen, sehingga terjadi aliran ion dari larutan ke elektrode anode.

Berdasarkan potensial reduksinya, ion $Cl^- = 1,36$ volt lebih tinggi dibanding ion $SO_4^{2-} = 0,16$ volt [11]. Ion Cl^- lebih mudah melepas elektron menjadi gas Cl_2 (reaksi 1). Gas Cl_2 diidentifikasi sebagai warna kuning kehijauan dan berbau menyengat khas gas klor, warna kuning kehijauan lama kelamaan menyebar dan menjadi lebih pekat. Ion SO_4^{2-} bereaksi dengan H_2O membentuk H_2SO_4 dan melepaskan O_2 (reaksi 2). Indikasi terbentuknya H_2SO_4 ditunjukkan dengan adanya perubahan warna merah muda ($pH = 9 - 12$) menjadi jernih ($pH = 4$). Pada menit terakhir, lapisan elektrode mulai rontok sehingga larutan pada kompartemen anodik berwarna coklat. Lapisan elektrode rontok disebabkan kuat arus semakin tinggi mengakibatkan peningkatan produksi gas Cl_2 dan larutan H_2SO_4 . Keberadaan H_2SO_4 yang semakin pekat pada kompartemen anodik dinetralkan melalui pembentukan sulfit dan CO_2 . (reaksi 3). Reaksi yang terjadi:



Pada saat yang sama, akibat reaksi reduksi H^+ (reaksi 4) maka katode kelebihan elektron, sehingga menarik kation K^+ dan Mg^{2+} disekitar katode untuk menggantikan H^+ . Ion K^+ dan Mg^{2+} dari larutan mengalir ke elektrode (katode). Ion

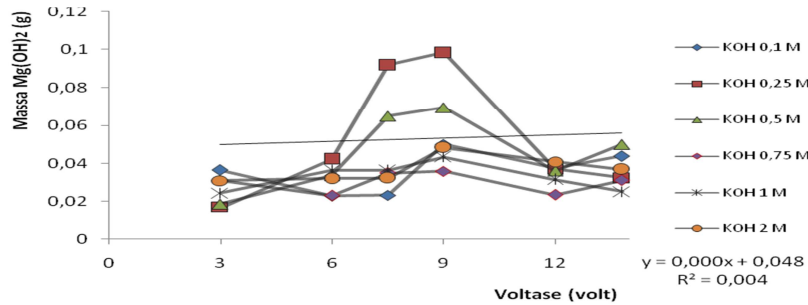
K^+ dan Mg^{2+} tereduksi menjadi K dan Mg (reaksi 5 dan 6) yang reaktif terhadap molekul H_2O membentuk senyawa KOH , $Mg(OH)_2$ dan gas H_2 (reaksi 7 dan 8).



Pengaruh Voltase terhadap Massa Magnesium Hidroksida

Penggunaan voltase terpasang pada proses elektrolisis bertujuan untuk menentukan jenis endapan yang dihasilkan, karena ion pada

katode dapat tereduksi dan voltase untuk reduksi tiap ion berbeda-beda. Hubungan konsentrasi KOH terhadap massa endapan magnesium hidroksida ditunjukkan pada Gambar 2.



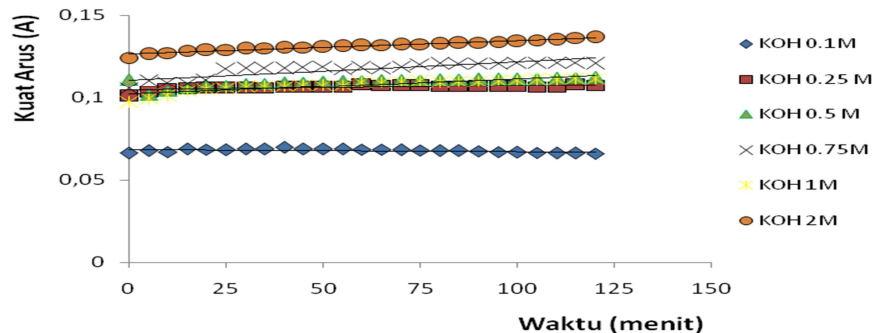
Gambar 2. Grafik pengaruh voltase terhadap massa magnesium hidroksida.

Peningkatan massa endapan magnesium hidroksida karena voltase sebanding dengan kuat arus listrik, Kuat arus meninggi menyebabkan ketersediaan OH^- banyak sehingga semakin mudah membentuk $\text{Mg}(\text{OH})_2$. Penurunan massa endapan magnesium hidroksida, karena pada voltase tinggi terjadi persaingan reaksi, pembentukan gelembung gas pada voltase tinggi lebih banyak daripada produksi logam Mg dan K, karena produksi gas memiliki potensial sel lebih rendah dari potensial reduksi K^+ maupun Mg^{2+} . Semakin meningkatnya gelembung gas dari reduksi H^+ berupa H_2 (reaksi 4) dapat menutupi semua pori permukaan elektrode sehingga menghalangi jalannya K^+ maupun Mg^{2+} ke elektrode,

berakibat reduksi K^+ maupun Mg^{2+} menjadi sulit. Menurunnya ketersediaan K dan Mg berdampak pada sedikitnya endapan yang diperoleh pada elektrolisis.

Pengamatan Perubahan Kuat Arus terhadap Waktu Elektrolisis

Pada setiap variasi konsentrasi KOH menghasilkan kuat arus yang berbeda, hal ini dikarenakan besarnya hantaran listrik bergantung pada jumlah ion efektif yang dapat menghantarkan arus listrik. Hasil pengamatan perubahan kuat arus selama elektrolisis ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Grafik pengamatan waktu terhadap kuat arus.

Data Gambar 3 dapat diketahui bahwa arus berubah tiap-tiap waktu elektrolisis, hal ini terjadi karena kation Mg^{2+} dan K^+ masih banyak sehingga membutuhkan kuat arus yang lebih tinggi untuk membentuk endapan $\text{Mg}(\text{OH})_2$ dan larutan KOH, lama kelamaan kuat arus berubah karena kation tersebut membentuk produk berupa endapan sehingga reaksi konstan dengan

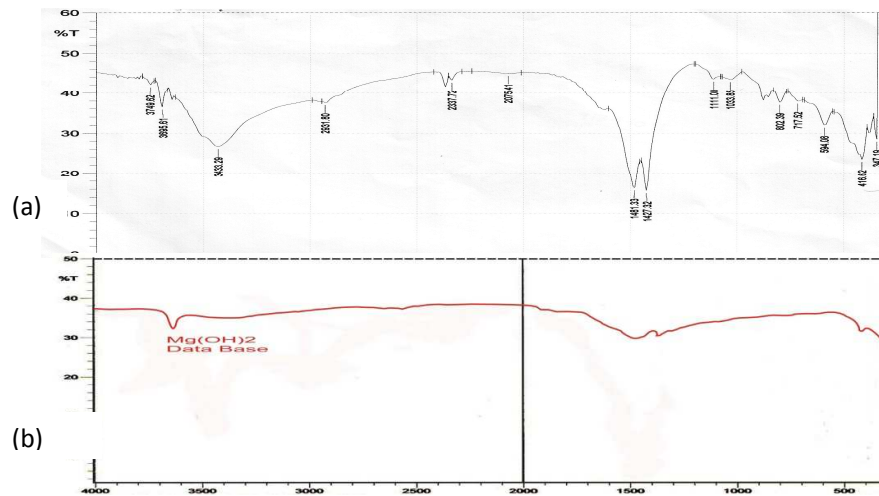
indikasi warna pp pada kompartemen katodik memudar.

Penentuan Gugus Fungsi hasil elektrolisis

Penentuan gugus fungsional pada endapan hasil elektrolisis diperoleh

perbandingan spektra IR standar $Mg(OH)_2$ dengan spektra IR $Mg(OH)_2$ endapan hasil

elektrolisis ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. (a) Spektra IR $Mg(OH)_2$ sampel dan (b) Spektra IR $Mg(OH)_2$ standar.

Berdasarkan perbandingan spektra pada Gambar 4, terdapat kemiripan bentuk spektra, puncak spektra dan overtone antara spektra IR $Mg(OH)_2$ hasil elektrolisis dengan $Mg(OH)_2$ standar. Adanya gugus $-OH$ bebas stretching dan O-H ikatan hidrogen berturut-turut pada bilangan gelombang $3695,61\text{ cm}^{-1}$ dan $3433,29\text{ cm}^{-1}$, serta adanya vibrasi Mg-O pada bilangan gelombang $802,39\text{ cm}^{-1}$ sehingga memberikan informasi dan membuktikan bahwa endapan hasil elektrolisis merupakan $Mg(OH)_2$.

Kesimpulan

Magnesium dapat diendapkan sebagai magnesium hidroksida melalui elektrolisis sistem $C|KOH||Bitterns|C$. Perubahan voltase meingkatkan massa endapan $Mg(OH)_2$ hasil elektrolisis pada konsentrasi tertentu. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rendemen $Mg(OH)_2$ tertinggi yaitu 99,59% dengan kadar magnesium sebesar 51,26% pada penggunaan KOH 0,25 M voltase 9 volt.

Daftar Pustaka

- [1]. B. S. Lalkaka, Manufacturing of Magnesium Chloride and Other Allied Products at Kharaghoda by The Pioneer Work Magnesia, LTD, Read at Simposium, Published 18th May, Vol. IX-No.1, 1943.
- [2]. K. Bhuntumkomol, S. Munkasul, B. Udomsakdhi, J. Natl. Council Thailand, 11 (1979) 2, p. 979.
- [3]. K. Schwochau, Extraction of Metals from Water, Institute of Chemistry, Nuclear Research Centre (KFA) D-5170 Julich, FRG.
- [4]. O. V. Bonney, Recovery of Magnesium as Magnesium Hydroxide from Sea Water, United State Patent 4,314,985, 1982.
- [5]. O. L. Maddan, Apparatus and Method for Producing Magnesium from Seawater, United State Patent 6,267,854, 2001.
- [6]. Soesilo, *Vulkanisasi Karet*, wordpres.com, 2008.
- [7]. A. S. Bhatti, D. Dollimore, and A. Dyer, Magnesia From Sea Water: A Review, University of Toledo, Departement of chemistry, Toledo, 1984.

- [8]. T. A. Davis, Zero Discharge Sea Water Desalination: Integrating the Production of Fresh Water Salt, Magnesium, and Bromine, University of South Carolina, Colombia, 2006.
- [9]. G. Svehla, ab H. Pudjaatmaka, L. Setiono, Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro, Edisi ke-1, Jilid II, PT. Kalman Media Pusaka, Jakarta, hal 98 – 99; 229, 1979.
- [10]. W. H. Rahmanto, M. Asy'ari, Marihati, Rame, Sel Elektrolisis 3-Kompartemen untuk Ekstraksi Magnesium dan Sulfat dari Sistem Larutan $MgSO_4$ -KCl- H_2O , Proceeding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia, Semarang, 2006.
- [11]. T. Bird, Kimia Fisik Untuk Universitas, P.T. Gramedia, Jakarta, pp. 195 – 225, 1987.