

EFEKTIVITAS ASAM NITRAT (HNO₃) SEBAGAI PELARUT ALTERNATIF PADA PROSES *ACID WASH* TERHADAP PLATE ELECTROLYZER DI PT KALTIM NITRATE INDONESIA

Mimin Septiani^{1*}, Kurniawan Santoso¹, Rafdi Abdul Majid²

¹Jurusan Teknik Kimia, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang, Bontang, Kalimantan Timur-
Indonesia 75311

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia
Makassar, Indonesia 90231

*)email : mhimns@gmail.com

INTISARI

Proses *acid wash* di *electrochloronation* merupakan proses pembersihan kerak menggunakan pelarut asam. Asam Chlorida (HCl) adalah pelarut asam yang paling umum digunakan untuk melarutkan kerak CaCO₃. Penelitian ini bertujuan menentukan konsentrasi optimum HNO₃ sebagai pelarut alternatif dengan mengkaji efektifitasnya menggunakan HCl sebagai pembanding. Sampel kerak diambil dari *plate electrolyzer* sebanyak 5 gram. Larutan HNO₃ dan HCl diencerkan dalam beberapa variabel konsentrasi, 2%; 3%; 4%; 5%; dan 6%. Sampel CaCO₃ dilarutkan dengan HNO₃ dan HCl kemudian dihitung jumlah kerak yang terlarut. Banyaknya zat terlarut berbeda sesuai dengan konsentrasi pelarut. Hasil penelitian ini menunjukkan HCl dengan konsentrasi 3% tingkat kemolaran 0,83 M mampu melarutkan sebanyak 76,07% dari total sample kerak dan HNO₃ dengan konsentrasi 5% tingkat kemolaran 0,81 M juga mampu melarutkan sebanyak 76,04% dari total sampel kerak CaCO₃. Sehingga HNO₃ dianggap mampu menjadi pelarut alteratif.

Kata Kunci : Kerak CaCO₃ ; *Acid ; wash*

ABSTRACT

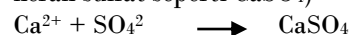
Acid wash process in electrochloronation is a removing scale process by using acid solvent. Hydrochloride acid (HCl) is the most common acid solvent used in this process. The purpose of this research is to determine the optimum concentration of HNO₃ as an alternative solvent, by studying of the eectiveness using HCl as a comparison. 5 gram of CaCO₃ scale is taken from plate electrolyzer. HNO₃ and HCl are diluted into several concentration variables, 2%, 3%, 4%, 5%, and 6%. CaCO₃ scale are dissolved with HNO₃ and HCl then the number of dissolved scale is calculated. The concentration of solvent affects the amount of dissolved substances. This result showed 3% HCl with molarity 0,83 M is capable of dissolving as much as 76,07% of CaCO₃ scale and 5% HNO₃ with molarity 0,81 M is also capable of dissolving as much as 76,04 % of CaCO₃ scale. So HNO₃ can be the alternative solution.

Keywords : CaCO₃ Scale ; *Acid ; Wash*

PENDAHULUAN

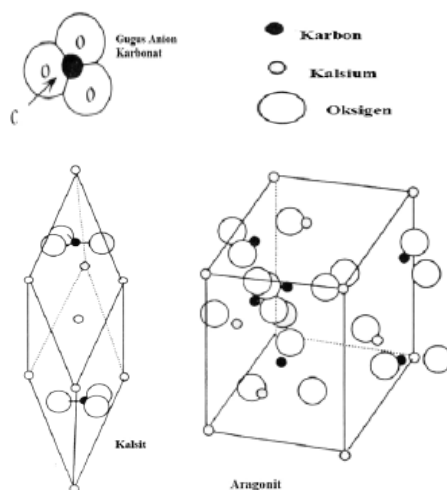
Kerak merupakan salah satu masalah yang cukup sering timbul pada peralatan industri. Endapan kerak yang terdiri dari mineral menjadi kurang larut seiring meningkatnya suhu, biasanya membentuk lapisan yang sulit dihilangkan sehingga mengurangi kapasitas suatu aliran (Kozic & Lipus, 2002). Pembentukan kerak biasanya disebabkan oleh adanya unsur-unsur anorganik pembentuk kerak seperti logam (Ca²⁺) dalam jumlah yang melebihi kelarutannya pada

keadaan kesetimbangan. Mineral yang paling umum ditemui CaCO₃ dan CaSO₄ (Weijnen, Marchee, & Van Rosmalen, 1983). Tiga prinsip mekanisme pembentukan kerak (Badr & Yassin, 2007) : 1) campuran dua air garam yang tidak sesuai (umumnya air formasi mengandung banyak kation seperti Ca²⁺, Ba²⁺, Mg²⁺, Sr²⁺ bercampur dengan SO₄²⁻ yang banyak terdapat dalam air laut, menghasilkan kerak sulfat seperti CaSO₄)



2) Penurunan tekanan dan temperature air garam, yang akan menurunkan kelarutan garam (umumnya mineral yang paling banyak mengendap adalah kerak karbonat seperti CaCO_3)

3) Penguapan air garam, menghasilkan peningkatan konsentrasi garam melebihi batas kelarutan dan membentuk endapan garam. CaCO_3 merupakan endapan putih yang sedikit larut dalam air. Kalsit dan Aragonit adalah 2 bentuk mineral dengan dengan komposisi kimia yang sama yaitu CaCO_3 (Suharso & Buhani, 2015)



Gambar 1. Struktur atom kalsit dan Aragonit serta gambaran skema Unit CO_3^{2-}

Proses acid wash merupakan proses pembersihan kerak menggunakan larutan asam kerap diterapkan pada peralatan industri, misalnya pada alat *electrolyzer*. Pada proses pembersihan kimiawi membran desalinasi, Asam Sitrat (HS) pada pH 4 mampu membersihkan dengan baik kerak CaCO_3 , Besi Oksida, Mangan Oksida, serta senyawa *tripolifosfat* (Alimah, Aryanto, & Dewita, 2014). Pada proses *pickling*, asam anorganik seperti HCL dan H_2SO_4 dengan konsentrasi 2,4 M – 3,6 M digunakan untuk membersihkan kerak pada permukaan baja lembaran. (Diponegoro, Iwan, Ahmad, & Bindar, 2014).

Jika ditinjau dari urutan keefektifan dalam melarutkan kristal kerak $\text{HCL} > \text{HNO}_3 > \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 > \text{H}_2\text{SO}_4$, namun urutan bahan asam yang dapat menyebabkan korosi pada pipa adalah $\text{HCL} > \text{H}_3\text{NSO}_3 > \text{HNO}_3$. HCL sangat efisien dalam melarutkan kerak, namun dari data eksperimen pada korosi, HCL juga dapat menyebabkan korosi dan tidak dapat digunakan

pada pipa yang terbuat dari *stainless steel*. Sehingga dari kasus tersebut HNO_3 adalah yang paling sesuai dalam melarutkan kerak, paling lambat dalam menghasilkan korosi dan dapat digunakan pada pipa yang berbahan *stainless steel*. (Swastie & Suprotim, 2015)

HNO_3 adalah cairan tak berwarna, berat jenis 1,41 gr/ml pada suhu 25°C , membeku pada suhu -42°C , membentuk kristal putih dan mendidih pada 121°C (marianne & fiil, 2009). Dalam mengurangi ketergantungan penggunaan dan penyediaan HCL dalam proses acid wash, maka perlu dipikirkan larutan asam lain yang dapat digunakan sebagai alternatif sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perbandingan efektifitas penggunaan pelarut HNO_3 dan pelarut HCL terhadap kerak CaCO_3 . Yang ingin diketahui adalah konsentrasi optimum HNO_3 yang tepat digunakan pada *plate electrolyzer* untuk menghindari kerusakan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Scale (CaCO_3), demin water, HCL 28,03%

dan HNO_3 42,30% dan *reagent* SPADNS. Alat yang digunakan pada penelitian ini, erlenmeyer flask, stirrer, *washing bottle*, *sample cell*, *vacuum pump*, *Drying oven*, *sample bottle*, *whatman filter 125 mm*, Spectrophotometer DR 5000.

Penelitian Pendahuluan

Uji kualitas HNO₃ dilakukan Uji kualitatif HNO₃ dilakukan dengan analisis kandungan Flouride menggunakan metode SPADNS 8029. Preparasi sampel 10 ml HNO₃ dan 10 ml air demin sebagai larutan blank. 2 ml reagent SPANDS dipipet ke dalam masing-masing larutan. Pengujian dilakukan menggunakan Spectrophotometer DR 5000. Diperoleh hasil HNO₃ 2,77mg/LF. Dilakukan uji pelarutan CaCO₃ dan MgCO₃ menggunakan larutan HCl 2%,3%,4%,5%,6%, lalu diamati waktu peluruhan kedua jenis sample berdasarkan waktu yang telah ditentukan.

Uji efektifitas HNO₃

Pada pengujian ini digunakan HCl sebagai pembanding. HCl dan HNO₃ dengan konsentrasi masing-masing 28,03% dan 42,30% diencerkan menjadi 2%,3%,4%,5%,6%. Dari konsentrasi tersebut dikonversi menjadi satuan Molaritas untuk mengetahui volume HCl dan HNO₃ yang dibutuhkan dalam proses pengencerannya, sehingga konsentrasi HCl menjadi 0.55 M;0.83

M;1.11 M;1.39 M ;1.67 M dan HNO₃ menjadi 0.32 M; 0.49 M;0,65M;0,81M;0.98M Konversi dihitung menggunakan rumus :

$$M = \frac{\rho \times 1000 \text{ gr}}{Mr}$$

M = Molaritas

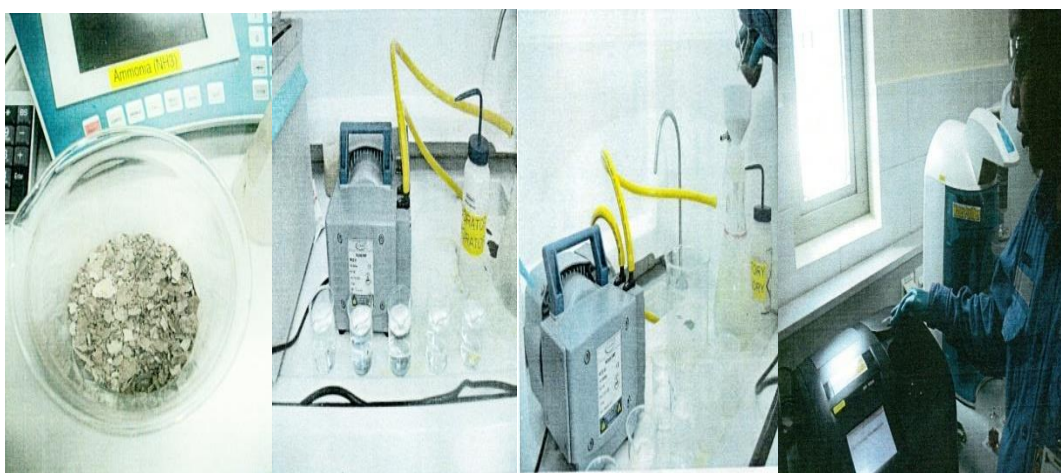
ρ = Spesific gravity

gr = Berat larutan dalam satuan %

Mr = Massa relatif

Berat sampel CaCO₃ ± 5.0 gram ditimbang, kemudian dilarutkan pada masing-masing variabel konsentrasi pelarut. Pengadukan dilakukan selama 30 menit menggunakan *strirrer* pada kecepatan 350 rpm. Kemudian dilakukan pemisahan endapan sisa CaCO₃ dari pelarut menggunakan Filter dan vacum pump. Sampel sisa dikeringkan pada suhu 260°C selama 30 menit, sampel didinginkan selama 15 menit pada suhu 32°C, lalu ditimbang hingga memperoleh *netto* dengan rumus :

Total zat terlarut : berat mula-mula – berat sisa



Gambar 2. Tahapan proses penelitian

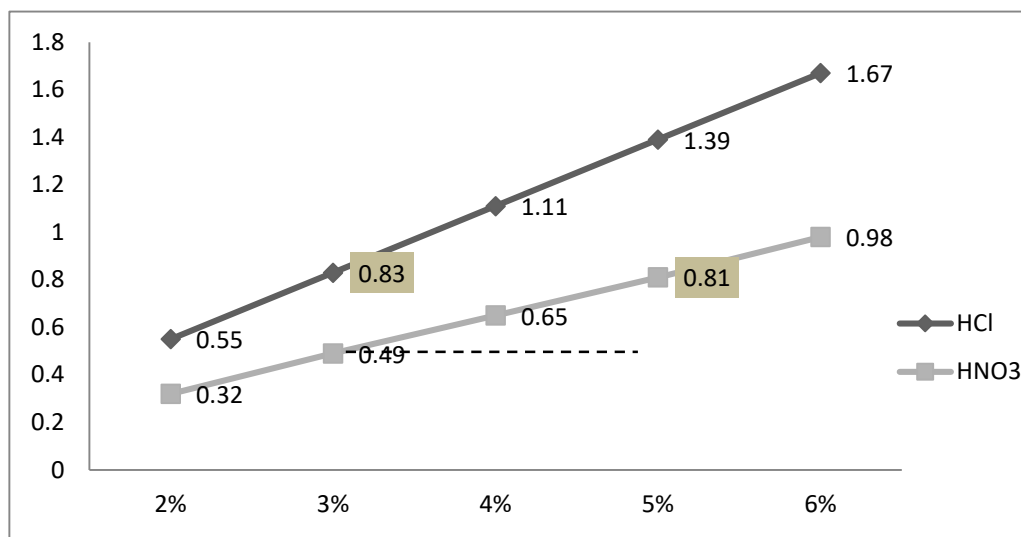
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil analisis perbandingan konsentrasi HNO₃ dan HCl

Perbandingan pelarut HNO₃ dan HCl dikaji untuk mengetahui hasil konversi pelarut yang semula dalam satuan % menjadi Molar.

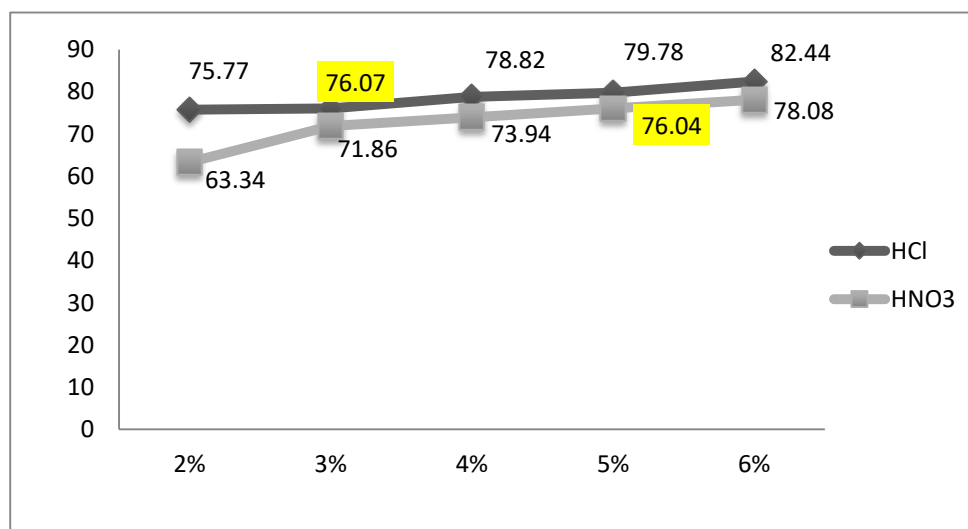
Pada penelitian ini menggunakan HCl sebagai pembanding dengan variabel konsentrasi 2% ; 3%; 4%; 5% dan 6%

dengan tingkat kemolaran yang berbeda setelah dilakukan konversi. Yang menjadi acuan adalah batas konsentrasi anjuran vendor adalah 3% atau 0,83 M. Sehingga dalam menetapkan konsentrasi HNO₃ dilakukan pula konversi untuk menyamakan tingkat kemolaran HCl dan HNO₃ dan diperoleh konsentrasi HNO₃ 5% atau 0,81 M.



Gambar 3. Grafik perbandingan konsentrasi kemolaran HNO₃ dan HCl

2. Hasil analisis perbandingan total CaCO₃ terlarut dengan pelarut HNO₃ dan HCl



Gambar 4. Grafik perbandingan total CaCO₃ terlarut (%) dari 2 pelarut berbeda

Dari data yang disajikan di atas dapat dilihat bahwa konsentrasi mempengaruhi jumlah sampel yang dilarutkan. Semakin tinggi konsentrasi, maka semakin besar jumlah CaCO₃ yang dapat larut. Pada konsentrasi HCl 2% atau 0,55 M dapat menghasilkan 75,72% total kerak CaCO₃ terlarut, Konsentrasi 3% atau 0,83 M melarutkan 76,07 %, CaCO₃ ; konsentrasi 4% atau 1,11 M melarutkan 78,82% CaCO₃ ; konsentrasi 5% atau 1,39 M mampu melarutkan

79,78 % CaCO₃ dan konsentrasi 6% atau 1,67 M dapat menghasilkan 82,45% CaCO₃ terlarut.

Untuk proses pelarutan menggunakan pelarut HNO₃, dilakukan dengan jumlah sampel yang sama ketika menggunakan pelarut HCl. Hasil kelarutan yang diperoleh, pada konsentrasi HNO₃ 2% atau 0,32 M dapat menghasilkan 68,34 % total CaCO₃ terlarut; Konsentrasi 3% atau 0,49 M dapat melarutkan 71,86 % CaCO₃, konsentrasi 4% atau 0,65 M melarutkan 73,90 %

CaCO₃, konsentrasi 5% atau 0,81 M mampu melarutkan 76,04% CaCO₃ dan konsentrasi 6% atau 0,98 M dapat menghasilkan 78,02% Total CaCO₃ terlarut.

Grafik menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pelarut, semakin besar pula total zat yang terlarut. Namun penggunaan pelarut asam pada proses *acid wash* di *Plate Electrolyzer* harus tetap mengikuti anjuran vendor. Konsentrasi data hasil analisis ini menunjukkan bahwa HNO₃ dapat digunakan sebagai pelarut alternatif menggantikan HCl dengan konsentrasi optimum HNO₃ pada saat proses *Acid Wash* adalah 5 %. Tidak lewat dari batas maksimum yang dianjurkan oleh vendor.

Kemampuan HNO₃ dalam melarutkan kerak lebih kecil dibanding HCl, namun dengan meningkatkan konsentrasinya, total zat terlarut yang dihasilkan juga dapat setara dengan menggunakan pelarut HCl. Hal ini terlihat pada konsentrasi HNO₃ 5% dan HCl 3% sama-sama mampu menghasilkan 76% total CaCO₃ terlarut atau ± 3,8 gram kerak CaCO₃ dari 5 gram total sampel.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian uji efektifitas HNO₃ pada proses acid wash dapat disimpulkan bahwa :

1. Konsentrasi optimum HNO₃ yang dapat digunakan sebagai pelarut alternatif dalam proses Acid Wash adalah 5 % dengan tingkat kemolaran 0,81 M. Konsentrasi ini dianggap sangat efektif dan efisien serta setara dengan konsentrasi HCl 0,83 M , pada konsentrasi tersebut keduanya dapat melarutkan ± 76 % total CaCO₃ terlarut atau ± 3,8 gram kerak CaCO₃ dari total sampel.
2. HNO₃ dapat digunakan sebagai pelarut kerak namun dengan batasan konsentrasi 6 % , serta HCl 3% untuk menjaga performa alat dan keefektifan proses, serta mencegah pengkorosian.

Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini kepada peneliti yang akan datang agar melakukan penelitian lebih lanjut untuk :

1. Melakukan tinjauan mendalam dalam hal kinetika dan orde reaksi dari kedua jenis pelarut tersebut
2. Melakukan kajian dengan menggunakan jenis pelarut asam lainnya

DAFTAR PUSTAKA

- Alimah, S., Aryanto, S., & Dewita, E. (2014). Pembersihan Kimiawi Fouling Membran Desalinasi RO. *Seminar Nasional X* (1978-0176).
- Badr, A., & Yassin, A. (2007). Barium sulfate scale formation in oil reservoir during water. *Journal of Applied Sciences* , 7 (17), 2393-2403.
- Diponegoro, I., Iwan, Ahmad, H., & Bindar, Y. (2014). Optimasi Parameter Penghilangan Scale Pada Baja Lembaran Panas.
- Kozic, V., & Lipus, C. (2002). Magnetic Water Treatment for a Less Tenacious Scale. *J. Chem* , 43 (1815-1819), 1.
- marianne, v., & fiil, f. (2009). The nordic expert group for criteria documentation of health risks from chemicals. Dalam K. Toren (Penyunt.), *Sulphuric, hydrochloric , nitric and phosphoric acids* (Vol. 7, hal. 2-3). Gothenburg, Swedia: University of Gothenburg.
- Suharso, & Buhani. (2015). *Penanggulangan Kerak* (Edisi 2 ed.). Yogyakarta, Indonesia: Graha Ilmu.
- Swastic, & Suprotim, D. (2015). Effect of Different Acids on the Scale in Pipelines of Linz-Donawitz(LD) plant (Steel Making Process). *Advances in Chemical Engineering and Science* , 5 (2), 192-196.
- Weijnen, M., Marchee, W., & Van Rosmalen, G. (1983). A quantification of the effectiveness of an inhibitor on the growth process of a scalant. *Desalination* , 47, 81-92.
- Zhang, J., Lin, R., & Zhang, P. (2002). Nucleation and growth kinetics in synthesizing nanometer calcite. *Journal of Crystal Growth* , 245, 309-320.