

PROSES DESORPSI GAS KHLOR DALAM LARUTAN SODIUM HYPOKHLORIT DENGAN MENGGUNAKAN REAKTOR TRICKLE BED

Isna Syauqiah¹

Abstract - Chlorine elimination from aqueous solution by desorption process in trickle bed reactor was investigated. The object of this research is to study the chlorine desorption process from aqueous solution that containing free chlorine using a trickle bed reactor packed with rasching ring. The experiment conducted in the trickle bed reactor with the following specification : glass column with 4.6 cm diameter and 35 cm length; raschig ring packing 0.3 cm diameter and 0.85 cm length. The solution aqueous containing free chlorine is made from dissolving a certain quantity of sodium hypochlorit (NaOCl) in water with addition of hydrochloric acid (HCl). The operating conditions of experiment are : room temperature, atmospheric pressure and initial concentration of NaOCl = 0,1%, and the experiment variables are : pH of solution (1 – 5) ; gas flow rate (232 ml/s – 85 ml/s). The result of experiment shows that the chlorine concentration decrease significantly with decreasing pH. However, it's slygtly influence by the gas flow rate.

Keywords - Chlorine elimination, trickle bed reactors, desorption

PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya industri-industri di Indonesia maka semakin banyak permasalahan limbah yang harus ditangani, baik berupa limbah cair, padat maupun gas, sehingga diperlukan suatu cara yang efisien dan efektif untuk menangani limbah tersebut.

Limbah cair merupakan salah satu limbah yang perlu ditangani, karena bila dibuang langsung walaupun sudah diencerkan, ada kemungkinan akan terdekomposisi menjadi zat-zat penyusunnya, sehingga perlu penanganan

khusus untuk menangani proses dekomposisi ini.

Limbah cair yang berasal dari industri soda atau yang berhubungan dengan senyawa khlor seperti industri kertas, VCM, tekstil dan lain-lain, akan mengandung khlor bebas yang sangat berbahaya jika dibuang ke lingkungan secara langsung. Larutan yang mengandung khlor ini mempunyai sifat berbahaya dan sifat korosif terhadap logam dan mudah terdekomposisi menjadi gas khlor pada kondisi keasaman tertentu (Anonim, 1997) sehingga ini dapat digunakan sebagai metode pengolahan limbah tersebut

¹ Staff Pengajar Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Unlam Banjarmasin

dengan cara melepaskan gas-gas yang terbentuk dengan proses desorpsi.

Metode pengolahan limbah cair dengan cara desorpsi ini pada prinsipnya adalah mengarahkan unsur/senyawa pollutant menjadi gas yang selanjutnya dieliminasi dengan bantuan udara. Jadi proses ini mampu memisahkan gas klor dari limbah cair dan gas klor ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku produk lain seperti sodium hypochlorite atau kaporit sehingga dapat memberikan nilai tambah yang menguntungkan. Sodium hypochlorite atau biasa disebut liquid bleach atau soda bleach banyak dipakai sebagai bleaching agent, desinfektan maupun septication dalam khlorinasi air minum dan air proses, eliminasi kapur dan alga di kolam renang dan air boiler (Anonim,1997).

Peralatan yang biasanya digunakan adalah berupa kolom isian (*packing*) dengan aliran liquid dan gas secara berlawanan arah (*counter current*), dimana permasalahan yang timbul dalam system ini pertama berhubungan dengan hidrodinamika kolom packing tersebut, dan kualitas hasil desorpsi yang sangat dipengaruhi oleh kondisi operasi seperti pH. Yang kedua biasanya dihadapkan pada masalah terjadinya *flooding* dimana pada instalasi produksi biasanya laju alir liquid relatif bervariasi, sehingga sebagai alternatif reaktor dioperasikan secara *concurrent* dan *downflow* atau yang dikenal sebagai reaktor *trickle bed* yang dapat menghindari masalah-masalah tersebut. Untuk *concurrent downflow* reaktor ini mempunyai beberapa kelebihan yaitu *liquid hold-up* yang tinggi, konsumsi energi rendah dan cepat tercapainya kesetimbangan, maka dengan menyelidiki performance reaktor *trickle bed* yang tidak dibatasi masalah *flooding* (Herkowitz, M., and J.M. Smith,1983) maka perlu dilakukan

penelitian tentang desorpsi gas klor dari larutan sodium hypochlorite dalam reaktor *trickle bed*.

KAJIAN TEORITIS

Proses eliminasi adalah proses penghilangan zat-zat yang mudah menguap dari campuran liquid dengan jalan mengontakkan dengan gas inert, sehingga zat-zat yang mudah menguap dalam liquid akan terlarut dalam fasa gas inert.

Pada umumnya zat terlarut yang telah diserap dari campuran gas dapat dieliminasi kembali dari zat cair guna memulihkan zat terlarut tersebut dalam bentuk yang lebih terkonsentrasi dan untuk meregenerasi kembali larutan penyerap. Sebagai pengeliminier biasanya digunakan gas tak aktif atau uap, karena uap dapat dikondensasikan.

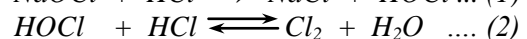
Mekanisme Eliminasi

NaOCl dapat terdekomposisi membentuk gas Cl₂, O₂ dan HOCl bergantung pada senyawa yang bereaksi dengannya (Anonim, 1997). Penambahan asam khususnya HCl kedalam larutan NaOCl akan menghasilkan gas Cl₂.

Eliminasi Cl₂ dari NaOCl dengan menggunakan udara sebagai gas inert, dapat terjadi dalam 2 (dua) tahap (Selvy N.D.R, dan Diyah Z,2002), yaitu :

- a. Peruraian NaOCl membentuk Cl₂
- b. Perpindahan massa gas Cl₂ dari larutan ke udara

Mekanisme penguraian NaOCl dengan HCl terdiri dari 2 (dua) tahap reaksi yaitu :



Jika diasumsikan bahwa semua HOCl yang terbentuk pada reaksi 1 seluruhnya akan terurai menjadi gas

Cl_2 , dan karena reaksi 1 berjalan spontan maka reaksi yang mengontrol adalah reaksi 2 sehingga :

$$r_{\text{Cl}_2} = -r_{\text{HOCl}} = k_2 [\text{HOCl}] [\text{HCl}] \dots (3)$$

Dengan menggunakan HCl berlebih maka konsentrasi HCl akan menjadi cukup besar dibandingkan konsentrasi HOCl sehingga reaksi menjadi pseudo molekuler dan persamaan (3) menjadi :

$$r_{\text{Cl}_2} = -r_{\text{HOCl}} = k [\text{HOCl}] \dots (4)$$

Perpindahan massa pada proses desorpsi/eliminasi pada dasarnya memiliki prinsip yang sama dengan proses absorpsi, dimana pada proses desorpsi larutan NaOCl ini, Cl_2 merupakan gas A yang terlarut dalam liquid B dan udara merupakan gas C yang saling tidak larut dengan liquid B (Levenspiel O,1999).

Desorpsi tanpa reaksi kimia, laju perpindahan massa gas A sebagai solute liquid B ke gas C adalah sebagai berikut

$$r_A = k_g a (p_{A_i} - p_A) = k_l a (C_A - C_{A_i}) \quad (5)$$

METODE

Rangkaian Peralatan

Reaktor trickle bed yang digunakan pada percobaan ini terisi packing berupa raschig ring. Diameter dalam reactor adalah $4,6 \times 10^{-2}$ m dengan tinggi $3,5 \times 10^{-2}$ berupa kolom yang terbuat dari bahan acrylic (Gambar 1). Rangkaian peralatan dilengkapi dengan kolom pendingin, tangki pemisah gas dan liquid yang berada dibawah reactor trickle bed, pompa sentrifugal untuk mensirkulasikan liquid ke rangkaian peralatan serta kompresor udara yang dilengkapi tangki penyangga untuk menstabilkan laju alir udara agar tetap konstan. Aliran udara dan liquid dilengkapi dengan alat ukur aliran yang telah dikalibrasi.

Prosedur Percobaan

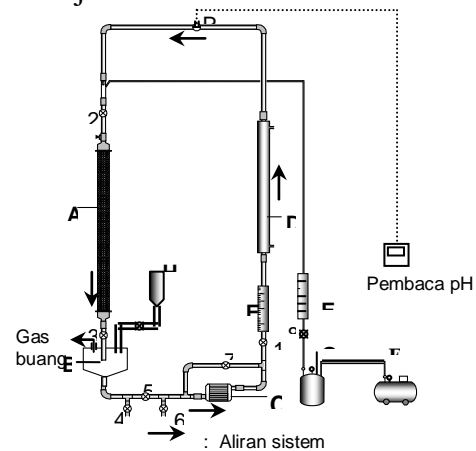
Liquid dimasukkan secara batch kedalam tangki penampung ± 10 liter, kemudian disirkulasikan ke rangkaian reactor. Udara yang berasal dari kompresor dialirkan dengan laju alir tertentu. Menambahkan larutan HCl sejumlah tertentu untuk mendapatkan pH sesuai variable yang diinginkan. Aliran udara dan liquid masuk kedalam reactor diasumsikan berkontak dengan baik dan terdistribusi melewati packing, mengair secara downflow concurrent. Setelah meninggalkan reactor kedua fasa dipisahkan pada tangki pemisah yang terletak dibawah reactor. Aliran liquid disirkulasikan oleh pompa sentrifugal. Fasa gas beroperasi secara kontinu. Temperatur liquid dijaga dengan pendingin untuk menjaga temperatur di dalam kolom agar tetap konstan (± 1 °C). Sampel yang diambil adalah larutan NaOCl setiap periode waktu, kemudian dianalisa dengan menggunakan metode iodometri.

Kondisi operasi percobaan adalah :

- Tekanan operasi : atmosferik
- Temperatur operasi : suhu kamar
- Konsentrasi NaOCl mula-mula : 0,1 %

Variabel percobaan sebagai berikut :

1. pH liquida
2. Laju alir udara



Gambar 1. Skema peralatan percobaan

Keterangan gambar 1:

- A. Kolom reaktor *trickle-bed*
- B. Tangki pemisah liquida dan gas
- C. Pompa resirkulasi
- D. Pendingin
- E. Rotameter
- F. Kompresor udara
- G. Tabung Penyangga
- H. Injektor asam
- PT Sensor pH
- 1 – 9 Valve

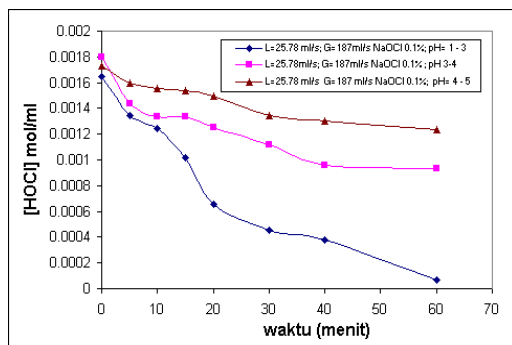
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan yang diperoleh berdasarkan variabel-variabel penelitian.

Pengaruh pH larutan

Berdasarkan teori NaOCl dapat terdekomposisi menjadi Cl₂ jika ditambahkan HCl dengan membentuk HOCl terlebih dahulu. Kestimbangan antara Cl₂, HOCl dan OCl⁻ didalam larutan dipengaruhi oleh pH dimana Cl₂ akan terbentuk pada pH larutan kurang dari 3,5.

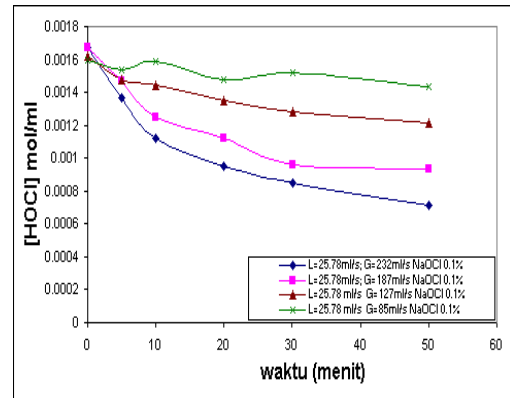
Dari gambar 2. terlihat bahwa dengan pH kurang dari 3 menyebabkan penguraian HOCl yang sangat besar yang ditunjukkan dengan semakin cepatnya konsentrasi HOCl mencapai nol.



Gambar 2. Pengaruh pH larutan terhadap berkurangnya konsentrasi HOCl dengan waktu

Pengaruh laju alir udara

Dari gambar terlihat bahwa semakin besar laju alir udara semakin besar laju penguraian HOCl yang ditunjukkan dengan penurunan konsentrasi.



Gambar 3. Pengaruh laju alir udara terhadap berkurangnya konsentrasi HOCl dengan waktu

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan didapat kesimpulan yaitu pH dan laju alir udara berpengaruh terhadap laju pengurangan konsentrasi HOCl, dimana semakin rendah pH laju desorpsi HOCl makin besar, sedang untuk laju alir udara yang besar akan mempercepat penguraian HOCl juga.

Daftar Notasi

- a : luas interfacial per volume (m²/m³)
- C : konsentrasi (mol/m³)
- k : konstanta laju reaksi
- k_g : koefisien perpindahan massa sisi gas

k_{La} : koefisien perpindahan massa sisi cair
 p_A : tekanan gas (Pa)
 r : laju reaksi

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1997., *Benefits and Safety Aspects of Hypochlorite Formulated in Domestic Product*, Scientific Dossier, AISE,.
- Herkowitz, M., and J.M. Smith,1983., *Trickle-Bed Reactors: A Review*, AIChe J., 29, 1-8.
- Levenspiel O,1999., *Chemical Reacton Engineering*, Edisi 3, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Othmer, Kirk.,., *Encyclopedia of Chemical Technology*, Volume 5, second edition, John Wiley and Son Inc., New York.
- Selvy N.D.R, dan Diyah Z,2002., *Desorpsi Gas Cl₂ dari Larutan NaOCl dengan Udara dalam Reaktor Berpengaduk*, Skripsi, Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

