

ABSORPSI GAS CO₂ BERPROMOTOR MSG DALAM LARUTAN K₂CO₃

Erlinda Ningsih¹⁾, Abas Sato²⁾, Mochammad Alfian Nafiuddin³⁾, Wisnu Setyo Putranto⁴⁾

^{1),2),3)4)} Teknik Kimia, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arief Rahman Hakim no. 100
Email : erlindaningsih84@gmail.com

Abstrak. Gas karbondioksida hasil dari pembakaran bahan bakar fosil yang dapat menyebabkan udara pada daerah padat industri memiliki tingkat polusi yang cukup tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan laju absorpsi multikomponen dalam larutan kalium karbonat dengan promotor monosodium glutamate dalam packed column, menghitung persen removal gas yang terserap, menentukan koefisien perpindahan massa total dan menentukan pengaruh laju alir larutan kalium karbonat dan asam borat serta laju alir campuran gas terhadap persen removal CO₂. Variabel penelitian terdiri dari laju alir liquida: 1, 2, 3, 4, 5 liter/menit, laju alir gas: 15, 25, 30, 40, 50 liter/menit dan konsentrasi MSG: 1%, 3% dan 5% berat. Dari penelitian ini diperoleh hasil laju absorpsi 0,001 mol/menit, persen removal CO₂ 1,6 % ,dan K_{Ga} 11,1102 pada variabel laju alir liquida 5 liter/menit, laju alir gas 15 liter/menit dan konsentrasi MSG 5 %.

Kata kunci: Absorpsi, CO₂, K₂CO₃, MSG

1. Pendahuluan

Salah satu limbah gas industri adalah gas karbondioksida (CO₂) yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Gas CO₂ dari hasil pembakaran tersebut dapat menyebabkan udara pada daerah padat industri memiliki tingkat polusi yang cukup tinggi. Gas CO₂ berlebih dalam udara dapat menyebabkan meningkatnya suhu atmosfer yang dapat menimbulkan efek pemanasan global. Selain itu Gas CO₂ berlebih dalam udara dapat mengganggu sistem lingkungan di sekitarnya. Gas CO₂ tidak hanya dihasilkan dari dari pembakaran, Gas CO₂ juga dapat kita jumpai dalam beberapa industri, seperti industri gas alam, industri pupuk, industri biogas dan lain sebagainya. Sehingga diperlukan suatu metode untuk menangkap atau menyerap Gas CO₂. Penangkapan gas CO₂ dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu dengan absorpsi, adsorpsi, atau dengan melewatkannya ke suatu membran. Absorpsi merupakan proses pemisahan suatu bahan dari campuran gas dengan cara pengikatan bahan tersebut pada permukaan adsorben cair yang diikuti dengan proses pelarutan. Terdapat beberapa macam adsorben untuk absorpsi gas CO₂, contohnya potassium hidroksida (KOH), sodium hidroksida (NaOH), Pottasiumkarbonat (K₂CO₃), dan lain-lain. Untuk membantu laju penyerapan gas CO₂ dapat menggunakan promotor. Promotor yang dapat digunakan dalam absorpsi gas CO₂ diantaranya monoethanolamine, diethanolamine, methyl diethanolamine, triethanolamine, dan lain sebagainya.

Saat ini telah banyak dilakukan penelitian tentang adsorben dan promotor untuk absorpsi gas CO₂. Penelitian tentang absorpsi gas CO₂ dengan monoethanolamine (MEA) telah dilakukan (Srihari dkk. 2012). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi MEA menyebabkan harga K_{Ga} meningkat dan luas interfacial persatuan volume packingnya juga meningkat. Laju alir gas dan konsentrasi MEA tidak berpengaruh terhadap harga luas interfacial persatuan volume packing. Pada penelitian yang berjudul pengaruh temperatur larutan triethylamin (TEA), air dan Ca(OH)₂ terhadap pelepasan CO₂ pada proses pemurnian biogas menyimpulkan bahwa penggunaan larutan kimia TEA dalam absorpsi CO₂ meningkat secara linier, CO₂ yang terlepas di heater sebesar 4.83% pada CO₂ masuk 5%(Zulkifli dkk, 2014).

Absorpsi CO₂ menggunakan larutan potassium l-Alanine dan l-Proline telah diteliti. Penelitian ini menyimpulkan bahwa larutan KOH + l Alanine mampu menyerap gas CO₂ lebih besar dibandingkan MEA, DEA dan larutan KOH + l-Proline. Larutan KOH + l-Proline mampu menyerap gas CO₂ sebesar 0.66 mol CO₂/ mol larutan, MEA sebesar 0.53 mol CO₂/ mol larutan, DEA sebesar 0.54 mol CO₂/ mol larutan, larutan KOH + l-Aline sebesar 0.68 mol CO₂/ mol larutan (Lim dkk. 2012).

Solubilitas Gas CO_2 dalam Larutan Potassium Karbonat (Kuswandi 2008). Dengan adanya kontak antara aliran gas CO_2 dan larutan K_2CO_3 didalam column absorber, maka pelarut akan mengabsorpsi dan sekaligus bereaksi dengan CO_2 membentuk ion-ion bikarbonat dan karbonat. Reaksi yang terjadi adalah reaksi reversible dimana kesetimbangan reaksi dapat tercapai apabila komposisi larutan konstan setiap waktu. Kesetimbangan reaksi kimia yang terjadi pada fase cair akan menentukan jumlah CO_2 terlarut, yang pada akhirnya berpengaruh pada kesetimbangan fase uap cair, Semakin besar persen berat larutan K_2CO_3 , semakin besar pula konsentrasi ion pada saat kesetimbangan, sistem ini menjaga rasio komponen produk terhadap reaktan agar selalu berada dalam nilai yang tetap. Jumlah mol gas CO_2 yang bereaksi akan semakin besar bila konsentrasi larutan K_2CO_3 lebih besar, dimana gas CO_2 yang bereaksi diukur pada kondisi kesetimbangan yang pada akhirnya juga berkesetimbangan dengan CO_2 yang ada dalam fasa gas.

Analisa transfer massa disertai reaksi kimia pada absorpsi CO_2 dengan larutan potasium karbonat dalam *packed column* (Altway dkk. 2008). Penelitian ini telah memprediksi secara teoritis kinerja *packed column* untuk absorpsi gas CO_2 kedalam larutan K_2CO_3 dalam *packed column* dengan memperhitungkan efek panas. Dipelajari pengaruh laju alir absorben dan konsentrasi K_2CO_3 terhadap persen penyisihan CO_2 . Hasil penelitian menunjukkan bahwa menaikkan laju alir absorben dari 3 sampai dengan 7 liter menit masih bisa memperbesar persen penyisihan CO_2 . Demikian pula menaikkan kadar K_2CO_3 dalam absorben masuk dari 1 sampai dengan 1.5 M masih efektif dalam menaikkan persen penyisihan CO_2 . Dari profil suhu yang diprediksi pada penelitian ini menunjukkan bahwa efek panas tidak terlalu berpengaruh terhadap hasil simulasi. Hasil prediksi simulasi pada penelitian ini bila dibandingkan dengan data eksperimen menunjukkan penyimpangan dibawah 10% untuk laju absorben dari 1 sampai dengan 5 liter/menit dan penyimpangan nya sebesar 10-30% untuk laju absorben antara 5 sampai dengan 7 liter/menit.

Kinetika reaksi absorpsi CO_2 menggunakan larutan kalium karbonat K_2CO_3 dengan promotor Monosodium Glutamate (Kusumawati dkk. 2012). Penelitian ini meneliti tentang pengaruh konsentrasi dan laju alir monosodium glutamate terhadap kinetika reaksi absorpsi CO_2 .

Penelitian yang lain dalam teknologi absorpsi gas CO_2 adalah pengaplikasian garam dari asam amino sebagai pelarut yang memberikan beberapa keuntungan yaitu reaksi kinetik yang cepat yang tinggi terhadap CO_2 , volatilitas rendah, rate korosi rendah dan ketahanan degradasi oksidasi yang tinggi. (Majchrowicz.M.E., 2014). Beberapa jenis garam dari asam amino, antara lain potassium glycinate, potassium taurate dan L-glutamic acid, telah diteliti aplikasinya sebagai absorben pada absorpsi reaktan CO_2 . (Hoslt. J.V., dkk. 2008).

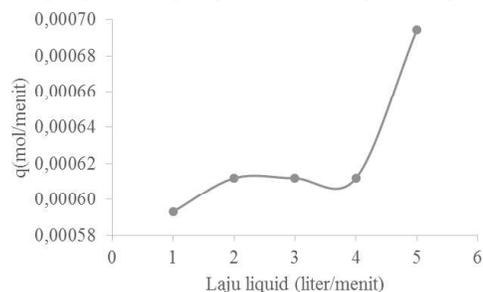
Berdasarkan penelitian sebelumnya kami akan meneliti tentang laju absorpsi gas CO_2 menggunakan K_2CO_3 dengan promotor monosodium glutamate. Penelitian yang akan kami lakukan menggunakan variabel tetap yaitu konsentrasi K_2CO_3 sebesar 30%, dengan variabel berubah konsentrasi monosodium glutamate, laju larutan K_2CO_3 , dan laju alir gas.

2. Pembahasan

Penelitian ini diawali dengan menentukan laju alir liquida dengan laju absorpsi terbesar, dimana laju alir liquida yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4 dan 5 liter/menit sedangkan laju alir gas tetap yaitu 15 liter/menit dengan konsentrasi MSG 0%. Dari penentuan laju alir liquida ini didapatkan laju absorpsi terbaik, yaitu 0,000832 mol/menit yang dihasilkan dari laju alir liquida 5 liter/menit.

a. Pengaruh Laju Alir Liquida dan Gas Terhadap Laju Absorpsi Gas CO_2

Pengaruh laju alir liquida terhadap laju absorpsi gas CO_2 ditunjukkan pada Gambar 1.

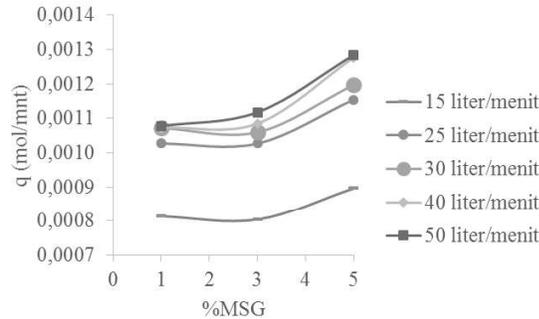


Gambar 1. Pengaruh Laju Alir Liquida Terhadap Laju Absorpsi Pada Kondisi MSG 0% dan Laju Alir Gas 15 liter/menit

Dari **Gambar 1** dapat diketahui bahwa kenaikan laju alir liquida dapat meningkatkan nilai laju absorpsi (q), contohnya pada laju alir liquida 1 liter/menit, laju alir gas 15 liter/menit memiliki laju absorpsi sebesar 0,00059 mol/menit sedangkan pada laju alir liquida 5 liter/menit laju alir gas 15 liter/menit laju absorpsi sebesar 0,00069 mol/menit. Hal ini disebabkan karena jumlah K_2CO_3 semakin besar sehingga lebih banyak gas CO_2 yang terabsorpsi. Hal ini sama dengan hasil penelitian dari Handy thee 2014 tentang absorpsi gas CO_2 dengan K_2CO_3 dengan katalis NCA Novozymes NS81239 (NCA) *Carbonic Anhydrase* dihasilkan bahwa laju alir liquid dapat meningkatkan laju absorpsi gas CO_2 .

b. Pengaruh Konsentrasi MSG Terhadap Laju Absorpsi Gas CO_2

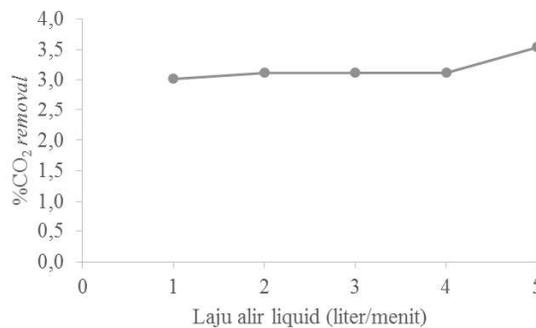
Penelitian ini menggunakan variabel konsentrasi MSG sebesar 1%, 3%, dan 5%. Pengaruh konsentrasi MSG terhadap laju absorpsi gas CO_2 ditunjukkan pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Pengaruh Konsentrasi MSG Terhadap Laju Absorpsi Pada Laju Alir Liquida 5 liter/menit. Dari **Gambar 2** dapat diketahui bahwa peningkatan konsentrasi MSG dapat meningkatkan laju absorpsi (q), pada laju alir liquida 5 liter/menit, laju alir gas 15 liter/menit dan MSG 1 % laju absorpsi sebesar 0,0007 mol/menit sedangkan pada MSG 5 % di laju gas yg sama laju absorpsi sebesar 0,0009 mol/menit. Hal ini sama dengan hasil penelitian dari Handy thee 2014 tentang absorpsi gas CO_2 dengan K_2CO_3 dengan katalis NCA Novozymes NS81239 (NCA) *Carbonic Anhydrase* dihasilkan bahwa penambahan promotor dapat meningkatkan laju absorpsi gas CO_2 .

c. Pengaruh Laju Alir Liquida dan Gas Terhadap % CO_2 Removal

Persen *removal* merupakan parameter yang menunjukkan kemampuan liquida untuk dapat menyerap gas. **Gambar 3** merupakan perbandingan pengaruh laju alir liquida terhadap % CO_2 removal.



Gambar 3. Pengaruh Laju Alir Liquida Terhadap % CO_2 Removal Pada MSG 0% dan Laju Alir Gas 15 Liter/menit.

Dari **Gambar 3** dapat diketahui bahwa peningkatan laju alir liquida dapat meningkatkan % CO_2 removal yaitu pada laju liquida 1 liter/menit dan laju gas 15 liter/menit sebesar 3,03 % dan pada laju liquida 5 liter/menit dan laju gas 15 liter/menit sebesar 3,55%. Hal ini disebabkan karena jumlah fasa liquida yaitu K_2CO_3 yang berkontak dengan fasa gas CO_2 semakin besar sehingga lebih banyak gas CO_2 yang terabsorpsi. Jumlah fasa gas yang berpindah akan berhenti jika sudah mencapai kesetimbangan dan juga sifat kelarutan gas CO_2 . Peningkatan CO_2 removal yang dipengaruhi oleh laju alir liquida juga dihasilkan oleh penelitian yang dilakukan Kumoro dan Hadiyanto (2000), di mana jumlah gas yang berpindah ke liquida selain dipengaruhi oleh laju alir liquida adanya reaksi kimia antara gas CO_2 dan absorben.

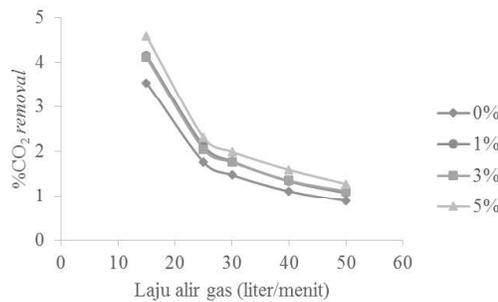
Gambar 4 merupakan perbandingan pengaruh laju alir gas terhadap % CO_2 removal. Dari **Gambar 4** dapat diketahui bahwa penambahan laju alir gas dapat menurunkan % CO_2 removal dimisalkan pada

laju alir liquida 5 liter/menit, laju alir gas 15 liter/menit dan MSG 5% memiliki %CO₂ removal sebesar 4,59% sedangkan pada laju alir liquida 5 liter/menit, laju alir gas 50 liter/menit dan MSG 5% memiliki %CO₂ removal sebesar 1,252%. Peningkatan laju alir gas menyebabkan jumlah CO₂ masuk ikut meningkat sehingga berdampak pada turunnya % CO₂ removal. Fenomena ini disebabkan karena perbandingan gas CO₂ yang lebih banyak dibandingkan absorbennya.

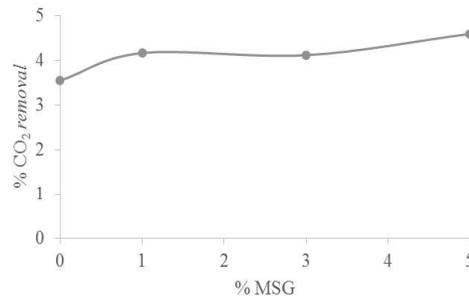
d. Pengaruh Konsentrasi MSG Terhadap % CO₂ Removal

Konsentrasi MSG yang digunakan di penelitian ini sebesar 1%, 3% dan 5%. **Gambar 5** merupakan pengaruh konsentrasi MSG terhadap % CO₂ removal.

Dari **Gambar 5** dapat diketahui bahwa peningkatan konsentrasi MSG dapat meningkatkan % CO₂ removal seperti dalam laju alir gas 15 liter/menit MSG 1% memiliki %CO₂ removal sebesar 3,55 % sedangkan pada konsentrasi 5% memiliki %CO₂ removal sebesar 4,59 %. Penambahan MSG yang berperan mempercepat reaksi (Katalis) antara CO₂ dan absorbent (K₂CO₃) menyebabkan proses transfer atau CO₂ yang terserap lebih banyak. Sehingga konsentrasi MSG semakin besar dapat meningkatkan jumlah gas CO₂ yang terserap.



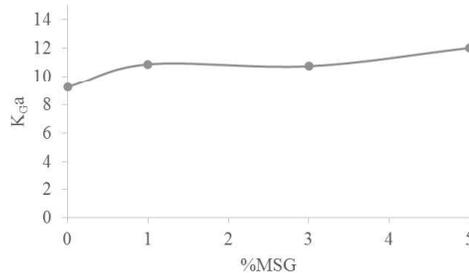
Gambar 4. Pengaruh Laju Alir Gas Terhadap % CO₂ Removal Pada Laju Alir Liquida 5 liter/menit.



Gambar 5. Pengaruh Konsentrasi Msg Terhadap %CO₂ Removal Pada Laju Alir Liquida 5 liter/menit dan Laju Alir Gas 15 liter/menit

e. Pengaruh konsentrasi MSG terhadap K_{Ga}

Pengaruh konsentrasi MSG terhadap K_{Ga} ditunjukkan pada **Gambar 6**. Dari **Gambar 6** dapat diketahui bahwa peningkatan konsentrasi MSG dapat meningkatkan nilai K_{Ga} seperti pada laju alir gas 15 liter/menit MSG 0% memiliki nilai K_{Ga} sebesar 8,53 sedangkan pada laju alir 15 liter/menit MSG 5% memiliki nilai K_{Ga} sebesar 10,82. Hal ini disebabkan proses absorpsi yang berlangsung disertai reaksi kimia sehingga proses transfer massa berlangsung cepat.



Gambar 6. Pengaruh Konsentrasi MSG Terhadap K_{Ga} Pada Laju Alir Liquida 5 liter/menit dan Laju Alir Gas 15 liter/menit

3. Simpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa laju absorpsi CO₂ dipengaruhi oleh laju alir liquida dan konsentrasi MSG. Sedangkan nilai %CO₂ removal dipengaruhi oleh laju alir liquida, laju alir gas dan konsentarsi MSG.

Proses absorpsi CO₂ ini disertai reaksi cepat dengan adanya MSG sebagai katalis sehingga juga berlangsung proses transfer massa. Fenomena ini mempengaruhi nilai K_{Ga} pada proses absorpsi CO₂ dengan katalis MSG.

Daftar Pustaka

- [1]. Altway,A.,Kusnaryo,Radya P. W. 2008. *Analisa Transfer Massa Disertai Reaksi Kimia pada Absorpsi CO₂ dengan Larutan Potasium Karbonat Dalam Packed Column*, Jurnal Teknik Kimia 2-2
- [2]. Hoslt. J.V., Versteeg. G. F., Brillman. D. W. F., Hogendoorn. J.A. 2009. *Kinetic Study of CO₂ with Various Amino Acid Salts in Aqueous Solution*. Chemical engineering Science 64: 59-68.
- [3]. Kusumawati. L. & Widyaningrum. 2012. *Kinetika Reaksi Absorpsi CO₂ Menggunakan Larutan Kalium Karbonat K₂CO₃ Dengan Promotor Monosodium Glutamate*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik ITS
- [4]. Kuswandi, Anam. K., Laksana. Y. P. 2008. *Solubilitas Gas CO₂ dalam Larutan Potassium Karbonat*. Jurnal Teknik Kimia ITS 3 (1).
- [5]. Lim, J., Kim. D. H., Yoon. Y., Jeong S. K., Park. K. T., Nam. S. C. 2012. *Absorption of CO₂ into Aqueous Potassium Salt Solutions of L-Analine and L-Proline*. Korea Institute of Energy Research.
- [6]. Majchrowicz, M.E. 2014. *Amino Acid Salt Solutions for Carbon Dioxide Capture*. University of Twente: Netherland.
- [7]. Srihari, E., Priambodo, R., Purnomo, S., Sutanto, H., Widjajanti, W. 2012. *Absorpsi Gas CO₂ Menggunakan Monoetanolamine*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Surabaya.
- [8]. Thee, H., Smith, K. H., Silva, G., Kentish, S. E., Stevens, G. 2014. *Carbonic anhydrase promoted absorption of CO₂ into potassium carbonate solutions*. University of Melbourne
- [9]. Zulkifli, Wardana, I., Widhiyanuriyawan, D., 2014. *Pengaruh Temperatur Larutan Triethylamine (Tea), Air dan Ca(OH)₂ terhadap Pelepasan CO₂ pada Proses Pemurnian Biogas*. Jurnal Rekayasa Mesin (5) 1 hal 17-25, Jurusan Teknik Mesin Universitas Brawijaya Malang.