

TOTAL VOLUMETRIC MASS TRANSFER COEFFICIENT AT CO₂ GAS ABSORPTION USING K₂CO₃ BY MSG PROMOTER

Erlinda Ningsih*, Abas Sato, Mochammad Alfian Nafiuddin, Wisnu Setyo Putranto
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya Indonesia

*E-mail corresponding author: erlindaningsih84@gmail.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 01-02-2018 Received in revised form: 02-03-2018 Accepted: 04-04-2018 Published: 21-04-2018</p> <p><i>Keywords:</i> Absorption CO₂ K₂CO₃ MSG</p>	<p><i>One of the most widely used processes for CO₂ gas removal is Absorption. Carbon dioxide is the result of the fuel combustion process which of the hazardous gases. The aim of this research is to determine the total mass transfer coefficient and analyze the effect of the absorbent flow rate of the absorbent solution with the promoter and the gas flow rate to the total mass transfer coefficient value. The variables consisted of liquid flow rate: 1, 2, 3, 4, 5 liter/min, gas flow rate: 15, 25, 30, 40, 50 liter/min and MSG concentration: 0%, 1%, 3% and 5% by weight. The solution of Pottasium Carbonate as absorbent with MSG promoter is flowed through top column and CO₂ gas flowed from bottom packed column. Liquids were analyzed by titration and the gas output was analyzed by GC. From this research, it is found that the flow rate of gas and the liquid flow rate is directly proportional to the value of K_{Ga}. The liquid flow rate variable 5 liters / minute, gas flow rate 15 l / min obtained value of K_{Ga} 11,1102 at concentration of MSG 5%.</i></p>

KOEFISIEN PERPINDAHAN MASSA VOLUMETRIK TOTAL PADA ABSORPSI GAS CO₂ MENGGUNAKAN K₂CO₃ DENGAN PROMOTOR MSG

Abstrak- Salah satu proses yang banyak digunakan untuk menghilangkan gas CO₂ adalah Absorpsi. Karbon dioksida salah satu gas berbahaya dan merupakan hasil proses pembakaran bahan bakar. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan koefisien perpindahan massa total dan menganalisa pengaruh laju alir larutan absorben ditambah promotor dan laju alir gas terhadap nilai koefisien perpindahan massa total. 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: 0%, 1%, 3% dan 5% berat. Larutan K₂CO₃ sebagai absorben yang ditambahkan promotor MSG dialirkan melalui top column dan gas CO₂ dialirkan dari bottom packed column. Liquida yang keluar dianalisa dengan titrasi dan luaran gas dianalisa dengan GC. Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa laju alir gas dan laju alir liquida berbanding lurus dengan besarnya nilai K_{Ga}. Variabel laju alir liquida 5 liter/menit, laju alir gas 15 liter/menit diperoleh nilai K_{Ga} 11,1102 pada konsentrasi MSG 5 %.

Kata kunci: Absorpsi, CO₂, K₂CO₃, MSG

PENDAHULUAN

Absorpsi merupakan proses pemisahan suatu bahan dari campuran gas dengan cara pengikatan bahan tersebut pada permukaan absorben cair yang diikuti dengan proses pelarutan. Penghilangan gas CO₂ dilakukan karena gas CO₂ merupakan gas asam yang bersifat korosif (Kartohardjono, dkk. 2007). Di Industri proses penghilangan CO₂ pada umumnya menggunakan proses absorpsi (D dan C, 1987). Beberapa macam absorben 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, methyldiethanolamine, triethanolamine, dan lain sebagainya.

Penelitian tentang absorben dan promotor untuk absorpsi gas CO₂ telah dilakukan (Todinca, dkk, 2007; Altway, dkk, 2008; Srihari, dkk. 2012; Thee, dkk 2014). Hasil penelitian tersebut

menunjukkan bahwa promotor yang digunakan memberikan pengaruh yang positif terhadap harga K_Ga meningkat dan luas interfacial persatuan volume *packing*nya juga meningkat.

Penentuan koefisien *transfer* massa merupakan salah satu cara untuk mengetahui luas permukaan kontak antara *liquida* dan gas. Srihari,dkk (2012), menentukan koefisien transfer massa disertai reaksi kimia pada absorpsi CO_2 dengan larutan MEA dalam *packed column* telah dilakukan oleh di mana nilai K_Ga akan semakin besar pada saat laju alir *liquida* besar dan juga dipengaruhi oleh konsentrasi MEA. Sedangkan Kulkarni,2017 menentukan koefisien perpindahan massa pada *watted wall column*, Li,dkk, 2013 mensimulasi koefisien transfer massa pada *bubble column*, dan Nair dan Selvi, 2014 menghasilkan bahwa koefisien transfer massa dipengaruhi oleh tahanan dan konsentrasi larutan amoniak menggunakan *Packed Column*.

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, dkk. 2008).

Berdasarkan penelitian sebelumnya kami akan meneliti tentang menghitung koefisien perpindahan massa volumetrik total pada fasa gas dalam absorpsi gas CO_2 menggunakan K_2CO_3 dengan promotor MSG. Penelitian yang akan kami lakukan menggunakan variabel tetap yaitu konsentrasi K_2CO_3 sebesar 30%, dengan variabel berubah konsentrasi MSG, laju larutan K_2CO_3 , dan laju alir gas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rangkaian alat absorpsi dengan dimensi : panjang kolom 1.5 cm, diameter kolom 5 cm dan jenis *packed* yang digunakan adalah *raching ring*. Bahan absorben yang digunakan adalah Kalium Karbonat dan Promotor MSG. Gas CO_2 yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari gas CO_2 teknis dengan konsentrasi $\pm 70\%$.

Variabel Tetap

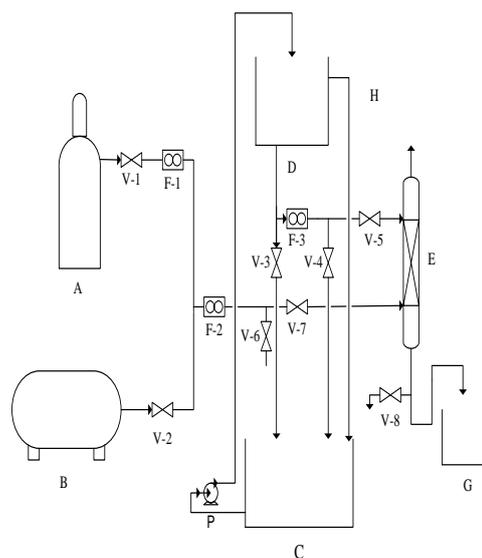
Variabel tetap dalam penelitian ini adalah konsentrasi K_2CO_3 30 %.

Variabel Berubah

Variabel peubah untuk penelitian ini yaitu laju alir *liquida* 1, 2, 3, 4, 5 liter/menit, laju alir gas 15, 20, 30, 50 liter/menit dan konsentrasi MSG 0, 1, 3, 5 % berat.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini sesuai rangkaian alat absorpsi pada Gambar 1. Larutan absorben yang digunakan merupakan campuran K_2CO_3 dan promotor dan MSG. Konsentrasi larutan K_2CO_3 yaitu 30% ditambah dengan promotor MSG yang divariabelkan. Larutan Absorben tersebut dialirkan melalui *top column* dan gas CO_2 mengalir dari *bottom column*. Laju alir *liquida* dan gas divariabelkan. Setelah proses absorpsi di mana gas terlarut dalam larutan absorben, terjadi kontak (perpindahan massa) dalam *packed* untuk memperluas kontak perpindahan. Luaran dari proses absorpsi ada 2 yaitu pada bagian *top column*



berupa gas yang tidak terabsorpsi yang akan **Gambar 1.** Rangkaian Alat Absorpsi

Keterangan :

A = Tangki gas CO_2

B = kompresor

C = Bak Penampung K_2CO_3 dan MSG

D = Bak penampung atas

E = kolom absorpsi

F1-2 = *flowmeter* *liquida*

F-3 = *flowmeter* gas

G = Tangki penampung larutan setelah absorpsi

H = Pipa *overflow*

P = Pompa

V 1-8 = *valve*

dianalisa kandungannya dengan GC sedangkan luaran bagian *bottom column* berupa *liquida* dianalisa dengan titrasi.

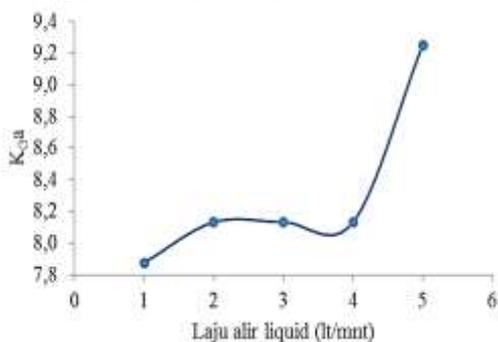
HASIL DAN PEMBAHASAN

Absorpsi CO_2 dalam larutan K_2CO_3 berpromotor MSG ini merupakan absorpsi yang disertai dengan reaksi kimia. 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. Laju alir terbaik ini digunakan sebagai acuan untuk menentukan koefisien transfer massa pada kondisi variabel penambahan konsentrasi promotor.

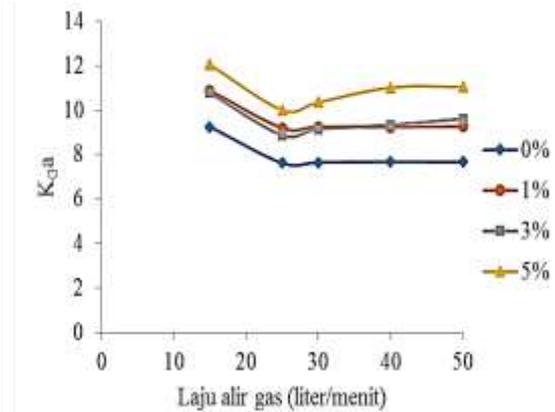
Pengaruh Laju Alir Liquida dan Laju Alir Gas Terhadap K_{Ga}

Hasil perhitungan pengaruh laju alir liquida dan laju alir gas terhadap koefisien perpindahan massa volumetrik total fasa gas (K_{Ga}) ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Gambar 2 menunjukkan pengaruh perubahan laju alir liquida terhadap nilai koefisien perpindahan massa volumetrik total fasa gas (K_{Ga}) pada laju alir gas 15 liter/menit dan MSG 0%.

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa peningkatan laju alir liquida dapat meningkatkan K_{Ga} seperti pada laju alir 1 liter/menit memiliki K_{Ga} sebesar 7,084 sedangkan pada laju alir 5 liter/menit 8,320. Hal ini disebabkan karena jumlah absorben yang banyak sehingga gas CO_2 yang terlarut juga banyak terserap dan proses perpindahan massa juga meningkat. Fenomena ini sama halnya dengan yang dilakukan oleh Srihari, dkk 2012 untuk absorpsi CO_2 dengan promotor MEA, di mana disimpulkan bahwa peningkatan laju alir liquida pada laju alir gas tetap dapat meningkatkan nilai K_{Ga} . Nair dan Selvi, 2014 juga menyimpulkan bahwa dengan meningkatnya laju alir liquida ini, menyebabkan liquida terdistribusi rata pada permukaan *packed*, sehingga banyak gas yang terlarut.



Gambar 2. Pengaruh laju alir liquida terhadap K_{Ga} pada laju alir gas 15 liter/menit dan MSG 0%

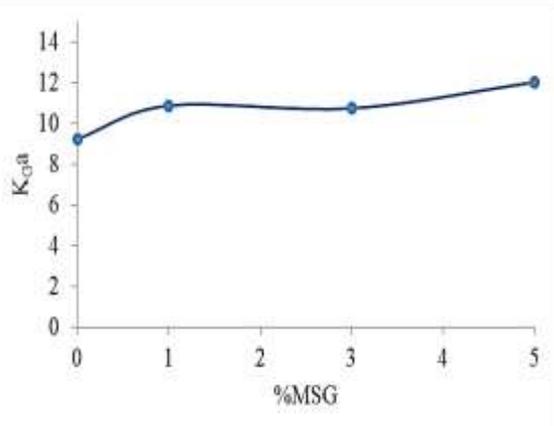


Gambar 3. Pengaruh laju alir gas terhadap K_{Ga} pada laju alir liquida 5 liter/menit

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa peningkatan laju alir gas dapat menurunkan koefisien perpindahan massa volumetrik total seperti pada laju alir gas 15 liter/menit MSG 5% memiliki K_{Ga} sebesar 10,823 sedangkan pada laju alir gas 50 liter/menit MSG 5% memiliki K_{Ga} sebesar 9,953. Penurunan nilai K_{Ga} ini, disebabkan jumlah gas yang banyak sedangkan laju absorben yang tetap sehingga gas yang terserap tidak banyak. Fenomena ini tidak sama dengan kajian yang dilakukan oleh Nair dan Selvi, 2014 di mana peningkatan K_{Ga} dipengaruhi oleh laju alir gas dan dipengaruhi oleh kereaktifan larutan absorben yang digunakan dan pada kajian yang lain fenomena yang sama terjadi lebih cepat untuk alat *spray scrubber*. Li, dkk, 2013 juga menjelaskan bahwa laju alir yang besar berarti konsumsi larutan absorpsi yang banyak, sehingga proses absorpsi dapat berlangsung dengan sempurna.

Pengaruh konsentrasi MSG terhadap K_{Ga}

Peran promotor atau katalis selain sebagai mempercepat reaksi dapat juga mempengaruhi nilai K_{Ga} . Nilai K_{Ga} dipengaruhi oleh konsentrasi MSG ditunjukkan pada Gambar 4. Dari Gambar 4 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 sama dengan penelitian sebelumnya (Srihari, dkk. 2012) tentang absorpsi gas CO_2 dalam larutan MEA pada *packed column* yaitu peningkatan konsentrasi MSG dapat meningkatkan nilai K_{Ga} . Konsentrasi MSG yang bertambah mengakibatkan jumlah K_2CO_3 aktif yang tersedia untuk berdifusi dengan gas CO_2 pada interfacial area bertambah banyak sehingga berpengaruh pada nilai K_{Ga} (Nair dan Selvi, 2014).



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi msg terhadap k_{ga} pada laju alir liquida 5 liter/menit dan laju alir gas 15 liter/menit

KESIMPULAN

Semakin meningkat laju alir liquida sebesar 15 liter/menit – 50 liter/menit dan konsentrasi MSG sebesar 0% - 5% maka semakin tinggi nilai koefisien perpindahan massa total dari 7,874913 sampai dengan 12,04195, sedangkan semakin meningkat laju alir gas dari 15 liter/menit – 50 liter/menit maka semakin turun nilai koefisien perpindahan massa total dari 9,252111 menjadi 7,665766.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada lembaga YPTS ITATS dalam pendanaan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- D.O.COONEY & C.C.JACKSON, 1987. Gas Absorption in a hollow fibre device. *Chemical Engineering Communication*, 61 PP 159-167.
- 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.
- KARTOHARDJONO,S., ANGGARA, SUBIHI, & Yuliusman, 2007. Absorpsi CO₂ dari campurannya dengan CH₄ atau N₂ melalui kontraktor membrane serat berongga menggunakan pelarut air. MAKARA,

TEKNOLOGI, Vol.II No.2 November 2007: 97-102.

- KULKARNI,S.J., 2017. Wetted wall column : Review on studies and investigations. *International Journal of research and review*. E-ISSN: 2349-9788; P-ISSN: 2454-2237.vol.4; issue: 6 June 2017.
- LI,X., ZHU,C., LU,S., & MA, Y., 2013. Mass Transfer of SO₂ Absorption with an instantaneous chemical reaction in a bubble column. *Brazilian journal of chemical Engineering vol.30 No.03 PP 551-562.July-September.ISSN 0104-6632*.
- NAIR,P.S., DAN SELVI,P.P., 2014. Absorption of carbon dioxide in packed column. *International journal of scientific and research publications*, volume 4, issue 4 April 2014. ISSN 2250-3153.
- SRIHARI, E., PRIAMBODO, R., PURNOMO, S., SUTANTO, & H., WIDJAJANTI, W. 2012. *Absorpsi Gas CO₂ Menggunakan Monoetanolamine*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Surabaya.
- 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
- TODINCA, T., TĂNASIE, C., PRÖLL, T., & CĂTA, A., 2007. Absorption with Chemical Reaction : Evaluation of Rate Promoters Effect on CO₂ Absorption in Hot Potassium Carbonate Solutions. 17th European Symposium on Computer Aided Process Engineering-ESCAPE17.
- 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.