**ABSORPSI GAS CO2 PADA REPLIKA GAS BUANG PLTU TARAHAN MENGGUNAKAN LARUTAN Na2CO3 (VARIASI LAJU ALIR Na2CO3)**

**CO2 ABSORPTIONON REPLICA OF PLTU TARAHAN FLUE GAS USING Na2CO3SOLUTION (Na2CO3FLOW RATE VARIATIONS)**

Fita Desti Senja1\*, Elida Purba2 dan Finka Pertama Putri3

Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

Email:, [fitadesti.senja@gmail.com](mailto:fitadesti.senja@gmail.com) , [Elida\_Purba@unila.ac.id](mailto:Elida_Purba@unila.ac.id)dan[finkapertama@gmail.com](mailto:finkapertama@gmail.com)

**ABSTRAK**

Penelitian ini membahas tentang proses absorpsi gas CO2 dari replika gas buang PLTU Tarahan dengan menggunakan larutan natrium karbonat (Na2CO3) sebagai absorben. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui pengaruh laju alir larutan natrium karbonat terhadap persentase penyerapan CO2 dan penurunan temperatur gas keluaran setelah proses absorpsi. Hal ini bertujuan agar proses absorpsi dapat diaplikasikan sebagai salah satu solusi untuk pengurangan gas CO2. Penelitian dilakukan dengan metode absorpsi secara kimia menggunakan solven Na2CO3 dan penambahan katalis H3BO3 pada *packed column absorber*. Variasi laju alir Na2CO3 yang digunakan pada penelitian ini yaitu (1, 1.5, 2, 2.5, dan 3) lpm dengan konsentrasi 25% berat serta laju alir gas sebesar 6 lpm. Analisis sampel dilakukan dengan menggunakan Gas Chromatography 2014-AT SHIMADZU Corp 08128. Dari hasil penelitian yang didapat, semakin besar laju alir maka penyerapan gas CO2 semakin meningkat dengan persentase penyerapan CO2 terbesar yaitu 72.45% pada laju alir 3 lpm. Namun hal ini berbanding terbalik terhadap penurunan temperaturnya. Semakin besar laju alir maka persentase penurunan temperatur semakin kecil. Penurunan temperatur terbesar terjadi pada laju alir yang paling kecil (1 lpm) yaitu dari temperatur 50oC menjadi 36oC dengan persentase penyerapan 28%.

*Kata kunci: CO2, Na2CO3, Absorpsi Kimia.*

***ABSTRACT***

*This research discusses CO2 absorption on replica of PLTU Tarahan flue gas using sodium carbonic (Na2CO3)solution as absorbent. The purpose of this research is to know the effect of sodium carbonic flow rate variations on CO2 absorption percentage and lowering the output gas temperature after the absorption takes place. Afterwards this absorption can be used as a solution in reducing CO2 concentration. The method used is a chemical absorption with Na2CO3 as solvent and H3BO3 as catalyst in packed column absorber. Flow rates variations are (1, 1.5, 2, 2.5, and 3) lpm with 25% weight concentration as well as gas flow rate 6 lpm. Sample analysis is using Gas Chromatography 2014-AT SHIMADZUCorp* 08128. *The result of this research is the higher flow rate used, CO2 absorption is increasing and the highest percentage is 72.48% with flow rate of 3 lpm. However in contrast with temperature lowering, the higher flow rate, percentage of temperature reduction will be smaller. The highest point on temperature lowering is on the lowest flow rate (1 lpm) that is from 50oC to 36oC with 28% of absorption percentage.*

*Key word: CO2, Na2CO3, Chemical Absorption.*

**PENDAHULUAN**

Saat ini pemanasan global telah menjadi masalah utama yang perlu diperhatikan. Salah satu penyebab pemanasan global adalah gas CO2. Emisi CO2 meningkat 2.1% per tahunnya akibat permintaan kebutuhan energy dan pembakaran bahan bakar fosil [1].

Hampir semua industri kimia menghasilkan limbah gas buang yang mengandung CO2, salah satunya adalah industri PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap) Tarahan di Propinsi Lampung.Pada *flue gas*PLTU tarahan telah dilakukan *treatment*yang bertujuanuntuk mengurangi Sox dan Nox, namun masih terdapat gas CO2 yang tekandung yaitu sekitar 10-15% dan memiliki suhu tinggi karena hasil dari pembakaran yaitu sekitar 100-200 oC.Kandungan gas CO2 dapat dikurangi dengan proses absorpsi.Proses absorpsi dapat dilakukan secara kimia dan biologi. Pada proses absorpsi CO2 secara kimia dilakukan dengan menggunakan larutan basa yang dikontakkan dengan udara yang mengandung kadar CO2 dengan suhu yang tinggi. Pada proses absorpsi tersebut dapat menurunkan temperatur gas keluarannya. Sedangkan absorpsi secara biologi dilakukan dengan menggunakan bantuan mikroalga dan sejenisnya, namun pada proses ini tidak dapat dilakukan pada suhu yang tinggi.

Studi pengaruh solven Na2CO3 dalam proses absorpsi CO2telah dilakukan. Dengan variasi konsentrasi sebesar (15, 20, 25, 30, 35) %beratuntuk mendapatkan konsentrasi optimum pada proses reduksi CO2. Dalamstudi tersebut didapatkan konsentrasi optimum untuk reduksi gas CO2yaitu 25% berat. Hal ini disebabkan karena reaksi antara Na2CO3 dan CO2 adalah reaksi kesetimbangan, sehingga jika proses absorpsi dilakukan dengan konsentrasi yang lebih besar yaitu 30% dan 35 % berat maka akan terjadi titik balik pada reaksi dan mengakibatkan proses absorpsi tidak lebih optimum dari konsentrasi 25% berat [2].

Lia Cundari dkk (2014) telah meneliti pengaruh penambahan asam borat (H3BO3) pada laturan Na2CO3. Penggunaan asam borat bertujuan untuk meningkatkan kemampuan penyerapan Na2CO3 terhadap CO2. Pada penelitian ini variabel yang divariasikan adalah konsentrasi asam borat yaitu (1, 1.5, 2, 2.5, dan 3) % wt. Hasilnya yaitu penambahan konsentrasi asam borat yang terbaik yaitu pada 3% berat dengan penyerapan gas CO2 sebesar 67.81% dan peningkatan laju absorpsi sebesar 2.4 kali lipat [3].

Pada studipengaruh variabel laju alir NaOH dalam proses absorpsi gas CO2dengan menggunakan larutan NaOH sebesar 0,1 N dan variabel laju alir (0,2 ; 0,4; 0,6) l/min disimpulkan bahwa waktu operasi yang semakin lama dapat meningkatkan kontak antara larutan NaOH dengan gas CO2sehingga terjadi kenaikan jumlah CO2 yang terserap. Kemudian semakin besar laju alir cairan maka kGa mengalami penurunan terlebih dahulu baru kemudian naik karena aliran belum *steady* sehingga saat keadaan sudah *steady* maka nilai kGa akan semakin besar, selanjutnya semakin besar laju alir maka nilai kLa mengalami penurunan terlebih dahulu baru kemudian naik karena aliran belum *steady* sehingga saat keadaan sudah *steady* maka nilai kLa akan semakin besar dan semakin besar laju alir NaOH maka nilai k2 semakin besar[4].

Penyerapan yang baik juga terjadi saat laju alir yang digunakan besar. Hal ini disebabkan laju alir penyerap yang semakin besar akan membuat peningkatan pada luas interfacial volume *packing* di dalam kolom [5]. Penelitian sebelumnya pada penyerapan CO2 ke dalam larutan NaOH menggunakan *spray column* menunjukkanbahwa peningkatan laju alir cairan yang mengalir dari 2 sampai 5 l/menit menghasilkan luas permukaan antarmuka yang lebih besar per unit volume di dalam *spray column* [6].

H.M Ndĩritũ dkk telah melakukan penelitian tentang pengaruh pemanasan pada absorpsi CO2 sebagai2 gas rumah kaca pada Structur Packed Scruber. Variasi yang dilakukan yaitu temperatur gas CO dan laju alir. Untuk laju alir yang terbesar yaitu 2 lpm memiliki persentase penyerapan CO2 yang paling besar. Dan peningkatan temperatur gas CO2 meningkatkan laju penyerapan CO2 tersebut [7].

Purba, et al. (2006 & 2010) telah meneliti hidrodinamik dan perpindahan massa dalam *spray tower* menggunakan udara-CO2/NaOH dengan aliran gas secara aksial dan tangential untuk menyerap gas CO2. Mereka mengamati pengaruh laju alir gas dan cairan, dan tinggi absorber terhadap koefisien perpindahan massa *overall*, *Kga.* Hubungan *Kga* sebagai fungsi laju alir gas dan cairan telah ditentukan, dibahas dan dipublikasikan[8].

Merujuk dari hasil penelitian cundari dkk, masih diperlukan adanya penelitian lanjutan tentang absorpsi CO2 menggunakan Na2CO3 namun dengan variasi laju alir. Padaproses absorpsi, laju alir mempunyai hubungan terhadap waktu transfer massa dan transfer panas pada kedua fluida yang berkontak dalam kolom absorpsi sehingga mempengaruhi persentase penyerapan gas CO2. Pada penelitian ini ingin diketahui pengaruh laju alir cairan yang paling baik untuk dapat menurunkan kandungan CO2 pada replika gas buang PLTU tarahan dan penurunan temperatur gas keluaran kolom absorpsi. Sehingga nantinya penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dan menjadi solusi untuk pengurangan gas CO2 pada atmosfer agar dapat mengurangi dampak pemanasan global.

**TEORI**

Absorbsi merupakan salah satu proses separasi dalam industri kimia dimana suatu campuran gas dikontakkan dengan suatu cairan penyerap tertentu sehingga komponen gas tersebut larut dalam cairannya. Absorbsi dapat berlangsung dalam dua macam proses yaitu absorpsi fisik dan absorpsi kimia [9].

Absorbsi fisik disebabkan oleh gaya Van Der Waals (penyebab terjadinya kondensasi untuk membentuk cairan yang ada pada permukaan absorben) dan absorbsi kimia (terjadi reaksi antara zat yang diserap oleh absorben). Absorbsi fisik merupakan suatu proses yang melibatkan peristiwa pelarutan gas dalam larutan penyerap, namun tidak disertai dengan reaksi kimia. Contoh proses ini adalah absorbsi gas H2S dengan air, methanol, propilen karbonase. Penyerapan terjadi karena adanya interaksi fisik. Mekanisme proses absorbsi fisik dapat dijelaskan dengan beberapa model, yaitu: teori dua lapisan, teori penetrasi dan teori permukaan terbaharui. Absorbsi kimia merupakan suatu proses yang melibatkan peristiwa pelarutan gas dalam larutan penyerap yang disertai dengan reaksi kimia. Contoh peristiwa ini adalah absorbsi gas CO2 dengan larutan MEA, NaOH, K2CO3, Na2CO3 dan sebagainya. Larutan tersebut sudah banyak digunakan dalam penelitian dan skala industri. Suatu keuntungan dalam absorpsi kimia yaitu dengan adanya reaksi kimia, maka nilai koefisien perpindahan massa (Kga) menjadi lebih besar dibandingan dengan tanpa reksi kimia.

Dalam dunia industri, metode yang banyak digunakan dalam proses absorpsi untuk menyerap atau mereduksi kabon dioksida atau CO2 adalah metode absorpsi kimia. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa absorpsi CO2 secara kimia dapat dilakukan dengan MEA, NaOH, K2CO3 , Na2CO3dan sebagainya. Proses absorpsi dengan menggunakan kalium karbonat akan mengakibatkan reaksi yang sangat lambat, hal ini dapat diatasi dengan penambahan asam borat (H3BO3) sebagai promotor alternatif untuk meningkatkan laju reaksinya. Dalam penelitian ini proses absorpsi CO2 akan dilakukan dengan larutan natrium karbonat, dan reaksi yang akan terjadi adalah sebagai berikut:

CO2 + H2O → H2CO3 (1)

H2CO3 + Na2CO3 → 2NaHCO3 (2)

Dengan tahapan reaksi ioniknya adalah :

CO2 + H2O ↔ H+ + (3)

↔ (4)

(5)

(6)

Reaksi 3 dan 5 berjalan lambat, sehingga reaksi tersebut menjadi penentu laju absorpsi, dan dengan penambahan asam borat akan menjadikannya katalis pada reaksi 5 sehingga reaksi dapat berjalan lebih cepat.

Nilai Koefisien transfer gas (Kga) dapat dicari dengan menggunakan persamaan (a) berikut ini:

 (a)

**METODOLOGI PENELITIAN**

1. **Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 17 Januari 2016 sampai 18 April 2016 di Laboratorium Penelitian Lantai 3 Gedung L Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung. Analisis Sampel dilakukan pada tanggal 18 Januari 2016 dan 19 April 2016 di Laboratorium Pengelolaan Limbah Industri, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

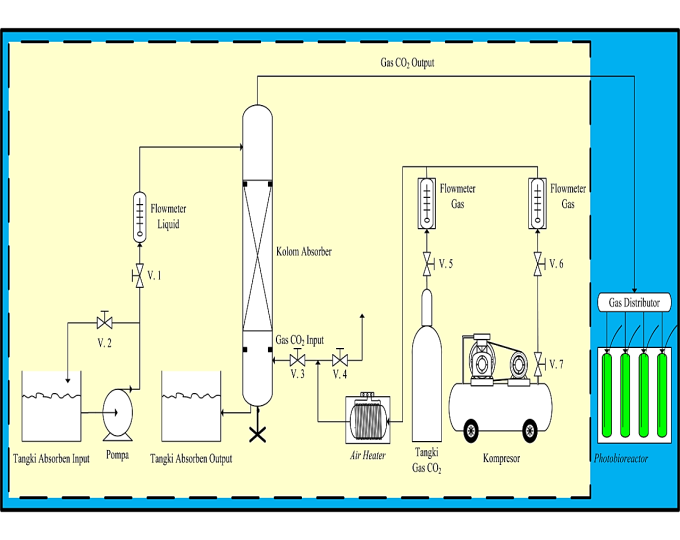
1. **Alat**

Alat yang digunakan berupa*Packed tower* berbahan perspek dengan diameter kolom 7.5 cm, dan tinggi klom 127 cm. Isian berupa packing dengan jenis rasching ring berdiameter 0.7 cm serta panjang 2 cm. Selain kolom absorbsi dan packing, alat lainnya yang digunakan adalah pompa(merk EFOS, kapasitas max 30 lpm), tabung CO2,kompresor (merk Swan, kapasitas max 58 liter dan P 9 kg/cm2), *flowmeter gas*(merk dwyer,*max*10 lpm)*, flowmeter liquid (merk wiebrock, max* 10 lpm*), heater (*v max 20 lpm dan T max. 100 oC*), manometer,* termometer, kantong penampung gas CO2,bak penampung Na2CO3*input*dan *output* serta pH meter.

1. **Bahan**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Na2CO3 padatyang dilarutkan dengan konsentrasi 25% berat atau 3.15 M, Gas CO2yang dibeli pada PT. Aneka Gas Natar Lampung Selatan (dicampur dengan udara kompresor sehingga konsentrasi CO2yang diperoleh sebesar 14.01 %), Udara kompresor dan Katalis asam borat (H2BO3) 3 % berat atau 800 gram.

1. **Skema Alat**

****

Gambar 1. Skema Rangkaian Alat Absorpsi gas CO2

1. **Variabel Operasi**

Terdapat dua variabel operasi yaitu variabel tetap dan variabel berubah. Variabel tetap yaitu konsentrasi Na2CO3 25% berat atau 3.15 M, konsentrasi katalis asam borat 3% berat, konsentrasi Gas CO2 14,01% , Temperatus gas input 50 oC, Temperatur liquid 32 oC, laju alir Gas 6 lpm, dan Tekanan operasi 1 atm. Sedangkan untuk variabel berubahnya yaitu laju alir cairan absorbennya yaitu (1,1.5, 2, 2.5 dan 3) lpm.

1. **Kalibrasi**

Kalibrasi laju alir gas dilakukan untuk menentukan rasio laju alir pencampuran antara udara kompresor dengan CO2 sehingga didapatkan persentase CO2*input* yang berkisar 15%. Kalibrasi dilakukan dengan pengambilan sampel input dengan variasi perbandingan rasio antara CO2 dan gas lalu dianalisis menggunakan *gas chromatography.*

Kalibrasi laju alir *liquid* dibutuhkan untuk mengetahui fungsi *flowmeterliquid* masih bejalan dengan baik. Kalibrasi ini dilakukan dengan pengukuran volume per waktu secara manual**.** Gas *input* yang masuk kolom absorpsi sebesar 50oC sehingga dibutuhkan kalibrasi temperatur gas. Temperatur yang terdeteksi pada *heater* tidak akan sama dengan temperatur yang keluar dari *sparger gas*, karena ada panas yang hilang saat gas mengalir dari *heater* ke *sparger* melalui selang. Kalibrasi dilakukan dengan cara mengukur suhu keluaran *sparger* dengan menggunakan termometer. Hasil kalibrasi untuk gas keluar *sparger* agar 50oC yaitu dengan suhu*heater* sebesar 85oC dan waktu tunggu selama 20 menit agar temperaturnya tercapai. Setelah temperatur tercapai pengontakan kedua fluida dapat dilakukan.

1. **Prosedur Penelitian**
   1. **Pembuatan Larutan Induk Na2CO3**

Pembuatan larutan induk Na2CO3 sebesar 25 % berat dengan konsentrasi 3.15 M adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan air dengan volume sebanyak 20 liter.
2. Menimbang massa Na2CO3 sebanyak 6.67 kg
3. Na2CO3 yang telah ditimbang dicampurkan ke dalam air, dan diaduk hingga larutan menjadi benar-benar homogen.
4. Setelah larutan homogen, katalis asam borat (H2BO3) ditambahkan ke dalam larutan sebanyak 3% berat atau 800 gram.
   1. **Operasi Absorpsi**
5. Gas CO2 dengan udara dicampurkan hingga konsentrasi CO2 dalam campuran gas sekitar 15% kemudian gas dialirkan melewati *heater* dengan laju alir 6 lpm. Gas masuk melalui bagian bawah kolom absorpsi dengan 50o C dan untuk mencapai suhu tersebut perlu menunggu sekitar 20 menit.
6. Setelah suhu tercapai, larutan Na2CO3 yang telahdisiapkan dialirkan dengan menggunakan pompa dan diumpankan pada bagian atas menara dengan variasi laju alir (1, 1.5, 2, 2.5 dan 3) liter/menit.
7. Mengambil sampel gas CO2 keluar menara menggunakan kantong udara setelah aliran steady atau proses absorpsi berlangsung sekitar 10 menit.
8. Pengukuran temperatur *output*CO2 dan pH Na2CO3 *output.*

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dari penelitian yang dilakukan terdapat tiga hasil yang dapat diperoleh yaitu pengaruh variasi laju alir terhadap ΔP, pengaruh variasi laju alir terhadap persentase penyerapan CO2, dan pengaruh variasi laju alir terhadap temperatur *output* kolom absorpsi.

Tabel 1. Hasil Penelitian Dengan Variasi Laju Alir Na2CO3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **V Na2CO3 (l/min)** | **CO2*Out* (%)** | ***Tout  Gas* (oC)** | **∆P (mmH2O)** | **Ph Na2CO3** | |
| **in** | **out** |
| 1.0 | 9.04 | 36 | 1 | 11.4 | 11.4 |
| 1.5 | 7.36 | 37 | 2 | 11.4 | 11.3 |
| 2.0 | 7.4 | 37.5 | 2 | 11.4 | 11.3 |
| 2.5 | 5.6 | 37.5 | 3 | 11.4 | 11.2 |
| 3.0 | 3.86 | 38 | 3 | 11.4 | 11.2 |

Dari hasil penelitian yang diperoleh nilai koefisien transfer gas (Kga) dapat dihitung berdasarkan variasi laju alir cairan absorbennya.

1. **Pengaruh Laju Alir Na2CO3 terhadapΔP**

Gambar 2.Pengaruh Laju alir terhadap Tekanan Operasi

Laju alir cairan akan mempenengaruhi tekanan aliran pada kolom absorpsi. Pengaruh laju alir terhadap tekanan tersebut ditunjukkan dengan adanya perbedaan tekanan (ΔP) pada saat proses absorpsi berlangsung. Hubungan laju alir dengan ΔP ditunjukkan pada Gambar 2 yang menunjukkan peningkatan perbedaan tekanan (ΔP) seiring dengan peningkatan laju alir cairan penyerapnya.ΔP paling besar terjadi pada laju alir 3 lpm dengan ΔP sebesar 29 x 105 atm. Hal ini disebabkan karena laju alir meningkatkan turbulensi aliran yang semakin besar (ditunjukkan dengan bilangan reynold) sehingga gaya gesek antar molekul semakin besar dan mengakibatkan penurunan tekanan yang semakin besar. Penurunan tekanan yang semakin besar menyebabkan selisih antara tekanan masuk dan tekanan keluar (ΔP) akan semakin besar.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kartohardjono (2007) tentang pengaruh laju alir terhadap perbedaan tekanan (ΔP) yang semakin meningkat dengan peningkatan laju alir [10]. Selain itu, laju alir yang besar akan menyebabkan tekanan operasi yang tinggi dan meningkatkan persentase penyerapan CO2. Tekanan operasi yang tinggi akan menyebabkan ketahanan lapisan film liquid dan gas akan menurun, sehingga akan menyebabkan transfer massa antar fasa semakin besar [11]. Hal ini sesuai dengan penelitian Halim dan Syarif yang menunjukkan peningkatan persentase CO2 *removal* semakin yang besarpada tekanan yang tinggi [12].

1. **Pengaruh Laju Alir Na2CO3 terhadapPersentase Penyerapan CO2**

Pengaruh Laju alir cairan penyerap (Na2CO3) terhadap persentase penyerapan CO2 pada proses absorpsi ditampilkan pada Gambar 3 berikut ini.

Gambar3. Pengaruh Laju alir Na2CO3 terhadap Persentase Penyerapan CO2

Gambar 3 menunjukkan persentase penyerapan CO2 cenderung mengalami peningkatan seiring dengan besarnya laju alir. Persentase penyerapan CO2 paling tinggi pada saat laju alir 3 lpm yaitu 72.45% dan persentase penyerapan paling kecilpada laju alir 1 lpm yaitu 35.47%. Laju alir yang semakin besar menyebabkan bilangan reynold, dan turbulensi fluida di dalam kolom absorpsi akan meningkat. Pada aliran turbulen, molekul-molekul dalam fluida akan bergerak ke segala arah sehingga menyebabkan tumbukan antara partikel meningkat.

Proses absorpsi gas merupakan proses perpindahan massa antara kedua fluida dimana perpindahan massa terjadi bila adanya kekuatan gerak (*driving force*) dari satu fasa ke fasa lainnya. Tumbukan tersebut akan membentuk celah/lubang sehingga gas akan terhisap dan terperangkap di dalam celah-celah tersebut [4].

Berdasarkan teori renolds, aliran yang memiliki laju alir lebih besar akan lebih bergelombang dan pecah sehingga aliran menyebar ke seluruh permukaan *packing.* Hal tersebut mengakibatkan luas interfacial *packing* dalam kolom absorpsi akan meningkat serta meningkatkan proses pengikatan CO2 yang terjadi di dalam kolom absorpsi.

Selain itu, laju alir cairan penyerap akan mempengaruhi jumlah reaktan pada larutan. Semakin besar laju alir maka jumlah reaktan pada larutan penyerap juga akan meningkat, dan semakin banyak larutan Na2CO3 yang bereaksi dengan CO2. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Said dan Pamungkas (2012) tentang pengaruh laju alir terhadap absorpsi gas CO2 . Pada penelitian tersebut diuraikan bahwa peningkatan laju alir dapat meningkatkan laju absorpsi pada gas karena kenaikan laju alir gas akan meningkatkan nilai koefisien perpindahan massa gas. Semakin tinggi nilai koefisien massa gas maka semakin tinggi daya serap cairan terhadap gas [13].

1. **Pengaruh Laju Alir Terhadap Temperatur *Output* Gas**

Dari hasil penelitian, terlihat bahwa laju alir berpengaruh terhadap persentase penurunan gas *output*yang ditampilkan pada Gambar 4 berikut ini.

Gambar 4 Pengaruh laju alir Na2CO3 terhadap penurunan *temperature gas output*

Gambar 4 menunjukkan bahwa persentase penurunan temperatur *gas output* kolom absorpsi semakin turun seiring dengan kenaikan laju alir Na2CO3.Penurunan temperatur terbaik terjadi ketika laju alir paling rendah yaitu 1 liter/menit dengan nilai persentase penurunan *gasoutput*sebesar 28%. Sedangkan penurunan *gasoutput* yang paling kecil terjadi pada laju alir 3 lpm dengan persentase penurunan temperatur *gas output* sebesar 24%. Hal tersebut disebabkan karena laju alir cairan penyerap yang semakin kecil akan menyebabkan waktu tinggal cairan didalam kolom akan semakin lama. Waktu tinggal yang semakin lama akan menyebabkan kedua fluida semakin lama berkontak dan meningkatkan penyerapan CO2.

1. **Pengaruh Laju Alir Terhadap Kga**

Pada proses absorpsi nilai laju alir menentukan nilai koefisien transfer massa gas dalam liquid (Kga). Seperti ditunjukkan pada gambar5 berikut ini.

Gambar 5 Hubungan antara Laju Alir Na2CO3 dengan nilai Kga

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara laju alir Na2CO3 dengan nilai Kga. Semakin besar laju alir maka nilai Kga akan semakin meningkat. Nilai Kga terbesar yaitu saat laju alir 3 lpm dengan nilai kga 3.88 x 104/cm3.menit). Nilai Kga meningkat karena terjadi peningkatan tumbukan antara partikel gas dan partikel liquid. Akibatnya akan terjadi proses perpindahan massa yang semakin cepat dan mengakibatkan Kga bertambah besar seiring dengan peningkatan laju alir cairan penyerap.

Study karakterisasi pada spray column juga menunjukkan dengan adanya peningkatan laju alir cairan yang mengalir dari 2 sampai 5 L / menit telah menghasilkan luas permukaan antarmuka yang lebih besar per unit volume dari cairan yang disemprotkan dan hal itu menyebabkan peningkatan laju perpindahan massa. Kecenderungan yang sama juga terjadi pada penyerapan CO2 di *packed column*, peningkatan kga terjadi dengan meningkatnya laju alir, tetapi umumnya lebih cepat di *packed column* dibandingkan *spray column*[6].

. Javed dkk (2010) juga telah menjelaskan dalam penelitiannya koefisien perpindahan massa gas keseluruhan semakin besar dengan meningkatnya laju alir cairan pada aliran counter current.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

Laju alir yang paling baik untuk proses penyerapan CO2 adalah 3 liter/menit dengan persentase penyerapan CO2 adalah 72.45%.Peningkatan laju alir akan meningkatkan tekanan pada kolom absorpsi dan jumlah reaktan meningkat sehingga menyebabkan persentase penyerapan CO2 semakin meningkat. Laju alir paling baik untuk menurunkan temperatur CO2*output* yaitu pada laju alir 1 liter/menit dengan persentase penurunan temperatur sebesar 28% yaitu dari temperatur 50 oC ke 36 oC.

**Saran**

Penelitian absorpsi CO2 dengan larutan penyerap Na2CO3 harus dilakukan secara teliti, *flowmeter* gas harus selalu dikontrol, karena dapat terjadi penurunan laju alir pada gas. Perlu dilakukannya kalibrasi laju alir gas, untuk menentukan komposisi kandungan CO2 input yang sesuai seperti pada gas buang PLTU Tarahan. Penelitian ini perlu dilanjutkan dengan variasi laju alir yang berbeda untuk menentukan laju alir optimum pada proses absorpsi.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. Acien Gabriel, Lopez Gonzalez, dan Sevilla Fenandez, “Conversion of CO2 into Biomass by Microalgae”, Departement of Chemical Engineering, University of Almeria, Almeria, 2012
2. Cundari Lia, Selpiana, Wijaya C.K dan Sucia Ariani, “Pengaruh Penggunaan Solven Natrium Karbonat (Na2CO3) Terhadap Absorpsi CO2 Pada Biogas Kotoran Sapi Dalam Spray Column”, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang, No. 4, Vol. 20 , 2014
3. Cundari Lia, Selpiana, Redian Bobby dan Zaidan Achmad, “Pengaruh Penambahan (H3BO3) pada Larutan Na2CO3 Terhadap Absopsi CO2 dalam Biogas Menggunakan Spray Column” JurusanTeknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang, 2014
4. Hasnan A. M., Najib Prima P, Kumaeti N., dan A. Aji Hapsoro, ”Studi Pengaruh Variabel Laju Alir NaOH dalam Proses Absorpsi Gas CO2”,Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Dipenegoro. Semarang, 2012
5. Srihari E., Priambodo R., Purnomo S., Sutanto H., dan Widjajanti W, “Absorpsi CO2 menggunakan Monoetanolamine”, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya, Surabaya, 2012
6. Javed K.H., Mahmud T., and Purba E., ” The CO2 Capture on a High-Intensity Vortex Spray Scubber”. Institute of Particle and Science Engineering, School of Process, Environmental and Materials Engineering, The University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK, 2010
7. Ndĩritũ H.M., Kĩbicho K, and Gathitũ, “Effect of Heating on absorpstion of CO2 as Greenhouse Gas in Structured Packed Scrubber”,Department of Mecanical Engineering. Jomo Kenyatta University of Agruculture and Technology (JKUAT), 2013
8. Purba E., Mahmud T., and Javed K.H.,“Enhancement of Mass Transfer in a Spray Tower Using Swirling Gas Flow”, Jurnal International Chemical Engineeing Research and Design, Volume 84, Issue 6, Pages 446-448, 2006
9. Treyball R.E, “Mass Transfer Operation”3th edition, Mc. Graw-Hill Book. Co Ltd. New York, 1980 , p 275
10. Kartohardjono Sutrasno., Anggara Subihi dan Yuliusman,“Absorpsi CO2 dari Campurannya Dengan CH4 atau N2 Menggunakan Kontaktor Membran serat Berongga”, Vol 11, No 2: 97-102 (2007)
11. McCabe W., J.C. Smith and P. Harriott, “Unit Operations of Chemical Engineering“ (seventhed.), SingaporeMcGraw-Hill Companies Inc., 2005
12. Halim H.N., Abdul dan Shariff A. Moh, “Effect of Operating Pressure on CO2 Absorption from Natural Gas in Packed Absorpstion Column”Journal of Applied Scienced and Agriculture, 10(5) 2015, Pages: 205-209
13. Said Imam Noor, Saputri Irma dan Pamungkas M. Dawam, “Absorbsi Gas Karbondioksida Dengan Larutan NaOH”Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, 2014

**AFILIASI (INSTITUSI)**

TEKNIK KIMIA, FAKULTAS TEKNIK, UNIVERSITAS LAMPUNG

Jl. Prof. Dr. Soemantri Brodjonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

Author:

Fita Desti Senja\*

Email: [fitadesti.senja@gmail.com](mailto:fitadesti.senja@gmail.com)

Dr. Elida Purba, S.T., M.Sc.

Email : [Elida\_Purba@unila.ac.id](mailto:Elida_Purba@unila.ac.id)

Finka Pertama Putri

Email : [finkapertama@gmail.com](mailto:finkapertama@gmail.com)