



## Kinetika Reaksi $\text{CO}_2$ Dari Gas Buang Motor dengan Menggunakan NaOH pada Reaktor Gelembung Pancaran

M. Kahfi Ramadhan\*<sup>1</sup>, Indah Purnamasari<sup>2</sup>, Cindi Ramayanti<sup>3</sup>, Didiék Hari Nugroho<sup>4</sup>

<sup>\*1,2,3,4</sup> Jurusan Teknologi Kimia Industri, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang, Indonesia

\*Email Penulis Korespondensi: [kahfirama02@gmail.com](mailto:kahfirama02@gmail.com)

### Abstrak

Kandungan gas  $\text{CO}_2$  yang berlebih dalam udara akan menyebabkan efek greenhouse. Efek greenhouse akan meningkatkan suhu atmosfer sehingga menimbulkan efek pemanasan global. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui laju alir cair, laju aliran gas  $\text{CO}_2$  dan temperatur terhadap kinetika absorpsi  $\text{CO}_2$  yang dapat menyebabkan terjadinya efek greenhouse dari gas buangan kendaraan bermotor. Proses penyerapan gas  $\text{CO}_2$  oleh NaOH yang lebih efektif dan efisien, dilihat dari pengaruh tingginya konsentrasi NaOH, volume NaOH dan waktu NaOH dan Gas  $\text{CO}_2$  mencapai titik jenuh. Metode penelitian dengan menggunakan alat reaktor kolom gelembung pancaran untuk mengetahui laju alir gas, laju alir cairan dan temperatur yang akan diukur hasil absorpsi nya dengan menggunakan Gas Analyzer. Hasil analisis laju alir cair didapatkan hasil terbaik dengan laju alir di 0,6 dan 0,8. Data analisis temperature didapatkan hasil terbaik dengan laju alir di 0,8 dan temperatur 40 C° dan 50 C°. Hasil analisis laju alir gas terbaik didapatkan nilai 0,5, konsentasi 0,4 dan temperatur 50 C° dengan konversi  $\text{CO}_2$  0.8446 ppm.

**Kata kunci**—Laju Alir Cair, Laju Alir gas  $\text{CO}_2$ , NaOH, Temperatur, Reaktor Gelembung Pancaran.

### Abstract

Excessive  $\text{CO}_2$  gas content in the air will cause the greenhouse effect. The greenhouse effect will increase atmospheric temperature, causing global warming effect. This study aims to determine the liquid flow rate,  $\text{CO}_2$  gas flow rate and temperature on  $\text{CO}_2$  absorption kinetics that can cause the greenhouse effect from motor vehicle exhaust gas. The process of absorption of  $\text{CO}_2$  gas by NaOH is more effective and efficient, seen from the influence of the high concentration of NaOH, the volume of NaOH and the time NaOH and  $\text{CO}_2$  gas reach the saturation point. The research method uses a bubble beam column reactor tool to determine the gas flow rate, liquid flow rate and temperature which will be measured by using a Gas Analyzer. Liquid flow rate analysis results obtained the best results with flow rates at 0.6 and 0.8. Temperature analysis data obtained the best results with a flow rate of 0.8 and temperatures of 40 Co and 50 Co. The best gas flow rate analysis results obtained a value of 0.5, a concentration of 0.4 and a temperature of 50 Co with a  $\text{CO}_2$  conversion of 0.8446 ppm.

**Keywords**—Liquid Flow Rate,  $\text{CO}_2$  gas Flow Rate, NaOH, Temperature, Radiant Bubble Reactor.

## 1. PENDAHULUAN

Udara merupakan faktor yang sangat penting bagi kehidupan manusia, baik pada tumbuhan maupun hewan. Meningkatnya aktivitas manusia di berbagai bidang, yaitu dari aktivitas industri, peternakan, pertanian, perikanan maupun transportasi. Pencemaran udara terbesar yaitu berasal dari emisi kendaraan bermotor (alat transportasi darat) yang menggunakan mesin sering disebut dengan motor dan mobil [1].

Berdasarkan sifat kimia dan perilakunya di lingkungan, dampak bahan pencemar yang terkandung di dalam gas buang kendaraan bermotor digolongkan : 1) Bahan-bahan pencemar yang terutama mengganggu saluran pernafasan. Yang termasuk dalam golongan ini adalah oksida sulfur, partikulat, oksida nitrogen, ozon dan oksida lainnya ; 2) Bahan-bahan pencemar yang menimbulkan pengaruh racun sistemik, seperti hidrokarbon monoksida dan timbel/timah hitam ; 3) Bahan-bahan pencemar yang dicurigai menimbulkan kanker seperti hidrokarbon ; 4) Kondisi yang mengganggu kenyamanan seperti kebisingan, debu jalanan, dan lain-lain [2].

Emisi gas buang berupa asap knalpot akibat terjadinya proses pembakaran yang tidak sempurna, dan mengandung timbal/timah hitam (Pb), *suspended particulate matter* (SPM), oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), oksida sulfur (SO<sub>2</sub>), hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), dan oksida fotokimia (Ox). Emisi gas buang yang paling signifikan dari kendaraan bermotor ke atmosfer berdasarkan massa, adalah gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>), dan uap air (H<sub>2</sub>O). Kandungan gas CO<sub>2</sub> yang berlebih dalam udara akan menyebabkan emisi gas rumah kaca [3]. Indonesia termasuk dalam 10 negara penghasil emisi gas rumah kaca terbesar di dunia sepanjang 2023. Emisi dari sektor energi di Indonesia pada 2023 mencapai 701,4 juta ton karbon dioksida atau sekitar 1,72 persen dari total emisi karbon global, dan menempati peringkat ke-10 negara penyumbang emisi karbon terbanyak di dunia. Emisi gas rumah kaca meningkatkan suhu atmosfer sehingga menimbulkan efek pemanasan global [4].

Permasalahan meningkatnya konsentrasi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di atmosfer mendorong berbagai upaya untuk mengurangnya, seperti melalui proses adsorpsi atau konversi CO<sub>2</sub> menjadi senyawa lain yang lebih berguna. Salah satunya dengan eksplorasi penggunaan *fly ash* sebagai bahan adsorben, yang berhasil menurunkan emisi CO<sub>2</sub> namun masih menghadapi tantangan seperti efektivitas adsorpsi yang rendah dan tidak menghasilkan produk baru [5], selain itu terdapat penelitian menemukan bahwa teknologi *Triple Trap Gas* efektif dalam mengurangi emisi gas buang kendaraan bermotor melalui metode adsorpsi, dengan penurunan konsentrasi CO<sub>2</sub> yang bervariasi bergantung pada jenis alat dan konsentrasi larutan adsorben [6]. Penelitian lainnya menggunakan mono ethanol amine, dengan penambahan konsentrasi NaOH, dapat meningkatkan penyerapan CO<sub>2</sub> dalam proses adsorpsi kimiawi [7].

Konsentrasi CO<sub>2</sub> yang tinggi akan menyebabkan gangguan pernapasan namun pada konsentrasi kurang dari 1,5% volume tidak akan membahayakan [2]. Oleh karena ini dibutuhkan suatu metode untuk mengurangi polusi udara terkhusus pada gas CO<sub>2</sub>, salah satunya adalah dengan proses absorpsi dengan menggunakan cairan Natrium hidroksida (NaOH). Proses absorpsi menggunakan mono ethanol amine merupakan proses absorpsi disertai dengan reaksi kimia, jumlah CO<sub>2</sub> yang terserap akan bertambah sejalan dengan meningkatnya konsentrasi NaOH [7].

Penelitian yang melakukan percobaan absorpsi CO<sub>2</sub> menggunakan reaktor kolom gelembung skala kecil dengan larutan natrium hidroksida (NaOH). Hasilnya menunjukkan bahwa kandungan NaOH yang lebih tinggi dan konsentrasi CO<sub>2</sub>, meningkatkan efisiensi absorpsi CO<sub>2</sub>. Model matematika yang dikembangkan untuk menggambarkan penyerapan CO<sub>2</sub> menunjukkan akurasi yang baik pada konsentrasi tinggi, namun kurang presisi pada konsentrasi rendah [8]. Penelitian lainnya menemukan bahwa peningkatan laju alir CO<sub>2</sub> berhubungan terbalik dengan faktor penyerapan. Semakin tinggi laju alir CO<sub>2</sub>, semakin sedikit kontak antara gas CO<sub>2</sub> dan NaOH, sehingga faktor penyerapan menurun [9].

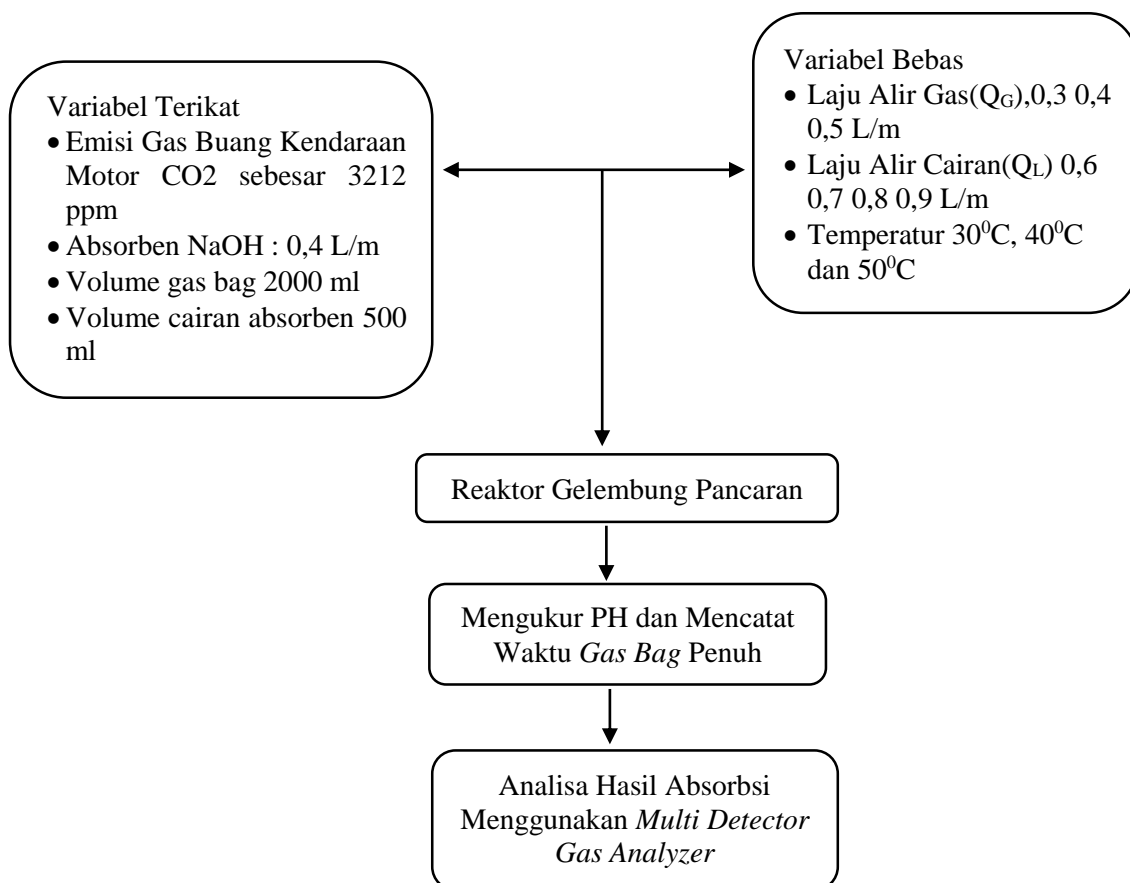
Absorpsi CO<sub>2</sub> merupakan proses pemisahan gas CO<sub>2</sub> dengan menggunakan pelarut atau adsorben sebagai penangkap gas CO<sub>2</sub>. Metode ini sering dijumpai dalam industri pengolahan gas dibanding teknologi lain karena efektifitas yang tinggi, dan kualitas produk yang baik. Untuk

dapat mengabsorpsi CO<sub>2</sub> harus dilakukan kontak antara absorbent (pelarut) dan *sour gas*. Pelarut yang banyak digunakan dalam proses absorpsi CO<sub>2</sub> adalah senyawa amina karena dapat bereaksi dengan CO<sub>2</sub> dan membentuk senyawa kompleks (ion karbamat) dengan ikatan kimia yang lemah sehingga ikatan kimia ini dapat dengan mudah melalui proses pemanasan dan regenerasi absorbent dapat dengan mudah terjadi. Senyawa amina yang dapat digunakan pada proses ini adalah MEA (*monoethanolamine*), DEA (*Diethanolamine*), dan MDEA (*methyldiethanolamine*). Senyawa-senyawa tersebut dapat menyerap CO<sub>2</sub> dengan baik, laju absorpsi cepat, dan mudah untuk diregenerasi [10].

Proses perpindahan massa fasa gas ke dalam fasa cair banyak ditemui dalam industri, seperti pada industri kimia dan petrokimia. Dalam hal ini kolom gelembung pancaran yang berfungsi sebagai alat kontak antara fasa gas-cair secara luas ditemui di dalam proses aerasi natural dan sistem industri, termasuk pabrik kimia, pengolahan mineral, dan pengolahan air limbah pupuk. Hal ini sangat menguntungkan karena adanya pencampuran yang kuat antara fasa gas-cair dan terbentuknya gelembung kecil dalam cairan [11].

Pada penelitian ini dilakukan menggunakan reaktor kolom gelembung pancaran dengan gas CO<sub>2</sub> dari emisi gas buang kendaraan bermotor sebagai sampel penelitian serta larutan monoethanolamine sebagai absorbent. Dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh laju alir cair terhadap kinetika absorpsi CO<sub>2</sub>, mengetahui pengaruh temperatur terhadap kinetika absorpsi CO<sub>2</sub> serta mengetahui pengaruh laju alir gas terhadap kinetika absorpsi CO<sub>2</sub> dan konversi CO<sub>2</sub> pada reaktor gelembung pancaran.

## 2. METODE PENELITIAN



Gambar 1 Rancangan Penelitian

Mengacu pada Gambar 1, penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-April 2024 di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya Palembang. Alat yang digunakan untuk kegiatan ini adalah reaktor kolom gelembung pancaran. Bahan baku gas CO<sub>2</sub>, Natrium hidroksida (NaOH) 80 gram, aquadest 60 L. Variasi perlakuan terhadap sampel yaitu Variabel tetap emisi gas buang kendaraan motor: CO<sub>2</sub> sebesar 3212 ppm; Volume tampung Gas bag: 2000 ml; Volume cairan absorben: 5000 ml, Absorben NaOH: 0,4 L/m. Variabel bebas Laju Alir Cairan: (0,6), (0,7), (0,8), dan (0,9) L/m; Temperatur: 30 °C, 40 °C dan 50 °C; Laju Alir gas: (0,3), (0,4), (0,5) Liter/menit.

Pengumpulan data dimulai dari memasukkan larutan *monoethanolamine* ke pompa pada alat reaktor gelembung pancaran, penyesuaian variabel proses yang akan diuji pada reaktor gelembung pancaran CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor dimasukkan ke dalam alat reaktor gelembung pancaran, *Gas Bag* untuk menampung gas yang sudah ter-absorpsi di dalam alat, CO<sub>2</sub> dan *Gas Bag* masuk ke dalam reaktor lakukan penyesuaian laju alir gas dan laju alir absorben dan perhitungan waktu penuh *Gas Bag*. Analisa data uji percobaan kandungan CO<sub>2</sub> dengan *Multit Detector Gas Analyzer*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran gas CO<sub>2</sub> awal dan gas CO<sub>2</sub> proses pada emisi gas buang kendaraan bermotor. Motor yang digunakan dalam penelitian ini sudah berumur 16 tahun dan diharapkan proses pembakarannya sudah tidak sempurna sehingga menghasilkan emisi gas buang CO<sub>2</sub> yang cukup tinggi. Absorben yang digunakan adalah larutan natrium hidroksida (NaOH) dengan variasi konsentrasi tertentu. Pengukuran gas CO<sub>2</sub> menggunakan alat *Multit Detector Gas Analyzer* di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses absorpsi gas CO<sub>2</sub> dari emisi gas buang kendaraan bermotor dan untuk mengetahui pengaruh variabel proses terhadap absorpsi gas CO<sub>2</sub>. Variabel proses dalam penelitian ini terdiri dari konsentrasi absorben, temperatur, laju aliran gas, dan laju alir liquid. Pada setiap variabel proses tersebut akan diambil data-data terbaik yang kemudian akan divariasikan dengan variabel proses yang lain seperti dapat dilihat pada Tabel 1 dan Table 2. Hasil Analisis temperatur (T) didapatkan hasil terbaik dengan laju alir di 0,8 L/m dan temperatur 40 C° dan 50 C° seperti dapat dilihat pada Tabel 3. Analisis laju alir gas didapatkan hasil terbaik dengan laju alir gas 0,5 L/m konsentrasi 0,4 M dan temperatur 50 °C dengan konversi CO<sub>2</sub> 0.8446 ppm seperti disajikan pada Tabel 4.

Tabel 1 Hasil Analisa Gas CO<sub>2</sub> Awal

Parameter	Nilai	Satuan
CO <sub>2</sub>	3212	Ppm

Tabel 2 Hasil Analisis laju alir cair (QL)

No	Kon Sen trasi (M)	Laju Alir gas (L/ menit)	Laju Alir Cair/ Liquid (L/ menit)	Tempe ratur (° C)	Sebelu m	Sesudah	Kon Versi CO <sub>2</sub>
					CO <sub>2</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	
1	0,4	0,3	0,6	40	3212	423	0.8683
2	0,4	0,3	0,8	40		420	0.8692
3	0,4	0,3	0,6	50		482	0.8499
4	0,4	0,3	0,8	50		590	0.8163

Tabel 3 Hasil Analisis Temperature (T)

No	Kon Sen trasi	Laju Alir gas (L/)	Laju Alir Cair/ Liquid (L/)	Tempe ratur (° C)	Sebelum	Sesudah	Kon Versi CO <sub>2</sub>
					CO <sub>2</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	

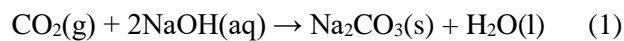
	(M)	menit)	menit)				
1	0,4	0,3	0,6	40	3212	423	0.8683
2	0,4	0,3	0,8	40		420	0.8692
3	0,4	0,3	0,6	50		482	0.8499
4	0,4	0,3	0,8	50		590	0.8163

Tabel 4 Hasil Analisis laju alir gas (QG)

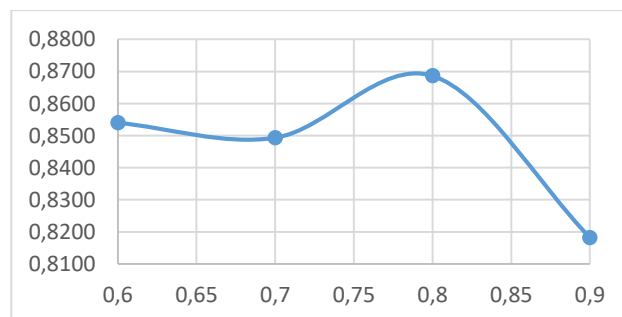
No	Konsentrasi (M)	Laju Alir gas (L/menit)	Laju Alir Cair/Liquid (L/menit)	Temperatur (° C)	Sebelum	Sesudah	Konversi CO <sub>2</sub>
					CO <sub>2</sub> (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	
1	0,4	0,3	0,8	50	3212	590	0.8163
2	0,4	0,4	0,8	50		510	0.8412
3	0,4	0,5	0,8	50		499	0.8446

Absorpsi CO<sub>2</sub> merupakan proses pemisahan gas CO<sub>2</sub> dengan menggunakan pelarut atau absorben sebagai penangkap gas CO<sub>2</sub>. Metode ini sering dijumpai dan lebih disukai dalam industri pengolahan gas dibanding teknologi lain karena efektifitas yang tinggi, dan kualitas produk yang baik. Untuk dapat mengabsorpsi CO<sub>2</sub> harus dilakukan kontak antara absorben (pelarut) dan *sour gas*.

Mengacu pada formula (1) Gas CO<sub>2</sub> yang digunakan dalam penelitian ini adalah gas CO<sub>2</sub> yang terdapat pada dalam emisi gas buang kendaraan bermotor. Dimana emisi gas buang tersebut akan dikontakan ke larutan absorben *monoethanolamine* dengan variasi konsentrasi tertentu. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor kolom gelembung pancaran. Kolom gelembung pancaran adalah alat yang digunakan untuk mengkontakan fasa gas dan cair. Dimana pada proses tersebut terjadi perpindahan massa fasa gas ke dalam fasa cair. Dalam hal ini terjadi reaksi antara monolamine dengan gas CO<sub>2</sub> [12].



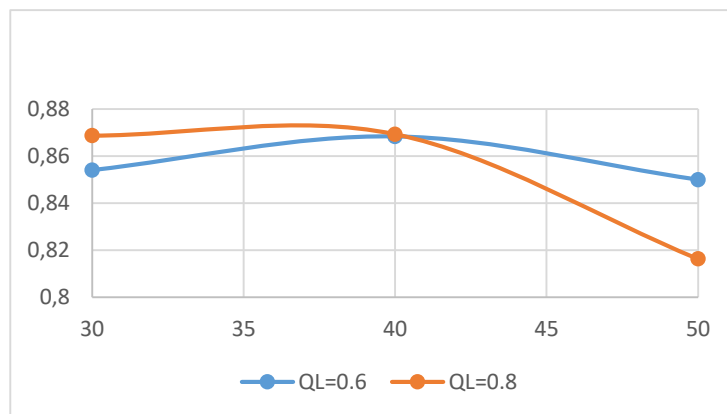
Pada penelitian ini akan dilakukan pengamatan pengaruh konsentrasi terhadap konstanta laju alir cair dan konversi gas CO<sub>2</sub>. Variabel bebas yang digunakan adalah konsentrasi absorben tetap 0,4 M, Q<sub>G</sub>:0,3 dan T: 30. Variabel variasi yang digunakan, Q<sub>L</sub> 0,6 0,7 0,8 0,9. Pada konstanta laju alir cair Q<sub>L</sub> 0,6 dan 0,8 didapatkan konversi gas CO<sub>2</sub> tertinggi sebesar 85,4% dan 86,8 %. Berdasarkan grafik dapat dianalisis bahwa pada saat laju alir cair berada di 0,7, konstanta mengalami penurunan sebesar 0.8493 ppm. Sedangkan untuk konversi CO<sub>2</sub>, mengalami penurunan di laju alir cair 0,9 dengan nilai konversi 0.8182 . Pada saat laju alir cair 0,9 mengalami penurunan, dikarenakan ada trouble kebocoran pada alat seperti pada Gambar 2.

Gambar 2 Konversi CO<sub>2</sub> Terhadap Laju Alir Cair

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pada konsentrasi 3,5 M menghasilkan jumlah endapan yang paling maksimal yaitu sebesar 8,654 g sehingga dapat dikatakan memiliki daya serap yang paling baik dari keempat konsentrasi tersebut. Semakin tinggi konsentrasi

natrium hidroksida (NaOH) maka semakin besar jumlah karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) yang terserap. Hal ini disebabkan karena semakin banyak molekul NaOH yang dikontakkan dengan gas  $\text{CO}_2$ . Pada kelima konsentrasi tersebut menghasilkan endapan karena pada konsentrasi 3,5, 3,0, 2,5, 2,0 dan 1,5 M nilai  $Q_{sp}$  larutan lebih besar dibandingkan dengan  $K_{sp}$  garam  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  sehingga larutan lewat jenuh dan menghasilkan endapan. Pada hasil tersebut dapat diketahui bahwa semakin besar konsentrasi akan menghasilkan endapan yang diperoleh akan semakin meningkat. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin banyak molekul natrium hidroksida (NaOH) yang berinteraksi dengan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) sehingga akan menghasilkan endapan [12].

Konversi laju alir cair terhadap temperatur juga diamati dalam penelitian ini. Setelah didapatkan data terbaik pada variabel laju alir cair, selanjutnya variabel proses tersebut akan divariasikan dengan variabel bebas temperatur  $40^\circ\text{C}$  dan  $50^\circ\text{C}$ . Pada saat laju alir cair  $0,6\text{ L/m}$  dengan suhu  $40^\circ\text{C}$  didapatkan konversi sebesar  $0,8683\text{ ppm}$  dan konstanta  $0,00239460$ , sedangkan pada saat laju alir cair  $0,6\text{ L/m}$  dengan suhu  $50^\circ\text{C}$  di dapatkan konversi sebesar  $0,8499$  dan konstanta  $0,001487762$ . Pada saat laju alir cair  $0,8\text{ L/m}$  dengan suhu  $40^\circ\text{C}$  didapatkan konversi sebesar  $0,8692\text{ ppm}$  dan konstanta  $0,002394601$ , sedangkan pada saat laju alir cair  $0,8\text{ L/m}$  dengan suhu  $50^\circ\text{C}$  di dapatkan konversi sebesar  $0,8163\text{ ppm}$  dan konstanta  $0,000801685$ . Pada Gambar 2 didapatkan hasil terbaik pada suhu  $50^\circ\text{C}$  dengan konsentrasi absorben  $0,4\text{ M}$ , laju alir cair  $0,8\text{ L/m}$  dan laju alir gas  $0,3\text{ L/m}$  dengan konversi  $\text{CO}_2$  sebesar  $0,8499\text{ ppm}$  seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Konversi Laju Alir Cair terhadap Temperatur

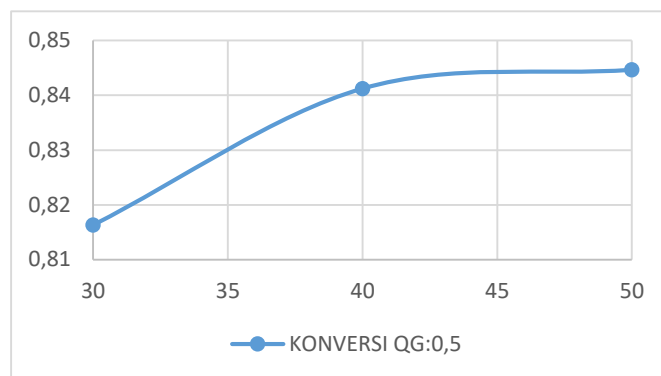
Pengamatan laju alir gas konversi  $\text{CO}_2$  terhadap temperatur seperti pada Gambar 3, konstanta laju alir gas mengalami peningkatan paling tinggi di temperatur  $40^\circ\text{C}$  dengan laju alir gas  $0,4\text{ L/m}$  nilai konversi yang didapatkan sebesar  $0,8412\text{ ppm}$  dan konstanta  $0,000445847$ . Konstanta laju alir gas mengalami peningkatan paling tinggi di temperatur  $50^\circ\text{C}$  dengan laju alir gas  $0,4\text{ L/m}$  nilai konversi yang didapatkan sebesar  $0,8446\text{ ppm}$  dan konstanta  $0,00106476$ .

Penelitian ini juga mengamati laju alir gas dengan konstanta laju reaksi variabel bebas yang digunakan adalah laju alir gas  $0,4\text{ lpm}$ ,  $0,5\text{ LPM}$  dan variabel tetap konsentrasi  $0,4\text{ M}$ , temperatur  $50$  dan laju alir gas  $0,8$ . Konstanta laju alir gas mengalami peningkatan paling tinggi di temperatur  $40^\circ\text{C}$  dengan laju alir gas  $0,4$  nilai konversi yang didapatkan sebesar  $0,8412\text{ ppm}$  dan konstanta  $0,000445847$ . Konstanta laju alir gas mengalami peningkatan paling tinggi di temperatur  $50^\circ\text{C}$  dengan laju alir gas  $0,4$  nilai konversi yang didapatkan sebesar  $0,8446\text{ ppm}$  dan konstanta  $0,00106476$  (Gambar 4).

Semakin besar laju alir gas alam yang diinjeksikan maka tingkat ketelitian penyerapannya akan semakin menurun, hal tersebut dikarenakan singkatnya waktu kontak gas dengan reagen, selain itu dipengaruhi oleh terbatasnya ruang penyerapan didalam tabung sehingga tidak seluruh gas  $\text{CO}_2$  didalam gas alam dapat terabsorpsi dengan sempurna [13].

Mengacu Gambar 4, maka laju alir suatu gas alam sangat berpengaruh terhadap proses penyerapan gas  $\text{CO}_2$  didalam gas alam, dimana semakin besar laju alir gas alam maka semakin sedikit  $\text{CO}_2$  yang terserap [14] dikarenakan ketelitian pemisahannya akan semakin menurun,

dimana pada dasarnya terjadinya pemisahan yang ideal adalah pada saat gas yang masuk setara dengan kemampuan serap reagen [15].



Gambar 4 Laju Alir Gas VS Konstanta Laju Reaksi

#### 4. KESIMPULAN

Hasil pengolahan data mengenai variasi yang dilakukan terhadap laju alir cair, pada laju alir cair (QL). Data terbaik yang didapatkan dari laju alir 0,6 L/m dengan konversi 0.8540 Ipm dan 0,8 L/m dengan konversi sebesar 0.8686 Ipm. Pengolahan data mengenai variasi yang dilakukan terhadap temperatur, dimulai dari temperatur 40 °C dan 50 °C. Dari hasil analisis data pengaruh temperatur terhadap konversi CO<sub>2</sub> didapatkan hasil terbaik pada laju alir cair 0,8 L/m dan temperatur 40 °C dan 50 °C. Pengolahan data mengenai variasi yang dilakukan terhadap laju alir gas di mulai dari 0,4 M dan 0,5 M. Dengan variasi tetap variasi tetap konsentrasi 0,4 M, temperatur 50 °C dan laju alir gas 0,8 L/m. konversi yang didapatkan paling rendah 0.8412 Ipm dengan laju alir gas 0,4 L/m dan temperatur 50 °C. Konversi temperatur yang paling tinggi diperoleh pada 0.8446 Ipm dengan laju alir cair 0,5 L/m dan temperatur 50 °C. Hasil analisis data pengaruh laju alir gas didapatkan hasil terbaik dengan laju alir gas 0,5 L/m dan konsentrasi 0,4 M dengan temperatur 50°C.

#### 5. SARAN

Saran selanjutnya pada penelitian ini yaitu penggunaan konsentrasi tinggi dalam proses penyerapan gas CO<sub>2</sub> oleh NaOH, agar proses penyerapan lebih efektif dan efisien sehingga tidak butuh waktu yang lama, aerta melakukan perbandingan kualitas larutan NaOH untuk mengetahui mana larutan yang paling efektif untuk menyerap CO<sub>2</sub> pada kendaraan bermotor. Penggunaan volume yang lebih besar untuk mengetahui seberapa efektif NaOH untuk menyerap gas CO<sub>2</sub>. Penggunaan waktu yang tetap/ditentukan agar dalam penelitian ini dapat mengetahui seberapa efektif NaOH untuk menyerap gas CO<sub>2</sub>. dalam waktu yang ditentukan bertujuan untuk mengetahui berapa lama larutan NaOH dan gas CO<sub>2</sub> mulai mencapai titik jenuh.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Karya ini didukung oleh Politeknik Negeri Sriwijaya yang telah memfasilitasi terlaksananya penelitian ini. Terima kasih kepada pembimbing yang ikut serta memberi arahan, bimbingan dan pendampingan untuk menciptakan sebuah karya ilmiah yang kini dapat dibaca oleh pembaca budiman.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Manik. 2007. *Pengolahan Lingkungan Hidup*. Jakarta: Djambatan
- [2] Ismiyati, D. M. 2014. Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTransLog) - Vol. 01*, 243-246.
- [3] Haruna, L. F. 2019. Pencemaran Udara Akibat Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan, *UNM Environmental Journals* vol 1, hal 57-61.
- [4] Thinktank energy. 2024. Statistical Review of World Energy 2024. <https://thenewglobalorder.com> diakses tanggal 24 Agustus 2024
- [5] Faradilla, A.R., Yulinawati, H dan Suswanto, H. 2016. Pemanfaatan Fly Ash Sebagai Adsorben Karbon Monoksida dan Karbon Dioksida pada Emisi Kendaraan Bermotor, *Seminar Nasional Cendekiawan 2016*, Lembaga Penelitian Universitas Trisakti, Jakarta.
- [6] Hakim, M.S., Widyana, R., Anggraini, A.W. dan Riyanto. 2015. Penerapan Teknologi Trap Gas (TTG) Terhadap Penurunan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Empat Langkah, (4 tak), *Prosiding Seminar Nasional NIMIA GM*, Prodi Kimia FMIPA UII.
- [7] Endang Srihari, R. P. 2012. Absorpsi Gas CO<sub>2</sub> Menggunakan Monoethanolamine. *Jurnal Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Surabaya*.
- [8] Michelson, Johan & Mäki-Arvela, Päivi & Rajala, Pasi & Hallapuro, Markus & Schmid, Daniel & Karlström, Oskar & Wärnå, Johan & Murzin, Dmitry. 2023. Modeling of a bubble column for CO<sub>2</sub> removal by absorption with NaOH. *Chemical Engineering Communications*. 211. 1-11. 10.1080/00986445.2023.2261105.
- [9] Nugroho Aldi, Yoga Bakti Susanto, Villia Lidzati Kamilah, Regita Prameswari. 2023. Carbon Dioxide (Co<sub>2</sub>) Absorption Process Using Sodium Hydroxide (Naoh). *Iptek, The Journal Of Engineering*, Vol. 9, No. 1, 2023 (Eissn: 2807-5064).
- [10] Faisal Huda, N. Q. (2022). Design Of Packed Tower Absorber For Carbon Dioxide Absorption By Potassium Hydroxide Absorbent. *Jurnal Konversi*, Volume 11 No. 2, 112-118.
- [11] Nafisah, N. 2024. Sulfur Dioksida adalah: Arti, Sumber, Fungsi, dan Dampaknya. <https://solarindustri.com/blog/sulfur-dioksida/> diakses tanggal 24 Agustus 2024
- [12] Sapitri, N. 2020. Penjerapan Gas Buang Karbon Dioksida (Co<sub>2</sub>) Pada Kendaraan Bermotor Menggunakan Larutan Penjerap Natrium Hidroksida (Naoh). *Jurnal UII*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [13] Hendriyana, G. T. 2021. Hidrodinamika reaktor kolom gelembung dengan dan tanpa isian unggul pada proses penyerapan gas CO<sub>2</sub> oleh larutan NAOH. *Jurnal Fluida* Volume 14, No. 1, 8-15.
- [14] Ningrum, Sari Sekar. 2017. Absorpsi Gas CO<sub>2</sub> Pada Biogas Dengan Larutan Methyl dietanolamine (MDEA) Menggunakan Kolom Bahan Isian. Yogyakarta. Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada.
- [15] Hadi, Salekun. 2007. Dasar-Dasar Kromatografi Gas. *Petrokimia*. Politeknik Akamigas Palembang. Palembang.