

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Reaksi kimia yang diterapkan dalam industri kimia dapat melibatkan bahan baku yang berbeda wujudnya, baik berupa padatan, gas, maupun cairan. Oleh karena itu, reaksi kimia dalam suatu industri dapat terjadi dalam fase tunggal (homogen) maupun fase ganda (heterogen), misalnya biner atau bahkan tersier (Coulson, 1996). Sebelum reaksi kimia berlangsung, salah satu atau lebih bahan baku (reaktan) akan berpindah dari aliran utamanya menuju ke lapisan antarfase/batas atau menuju aliran utama bahan baku yang lain yang berada di fase yang berbeda.

Absorpsi gas-cair merupakan proses heterogen yang melibatkan perpindahan komponen gas yang dapat larut menuju penyerap yang biasanya berupa cairan yang tidak mudah menguap (Franks, 1967). Reaksi kimia dalam proses absorpsi dapat terjadi di lapisan gas, lapisan antarfase, lapisan cairan, atau bahkan badan utama cairan, tergantung pada konsentrasi dan reaktivitas bahan-bahan yang direaksikan. Untuk memfasilitasi berlangsungnya tahapan-tahapan proses tersebut, biasanya proses absorpsi dijalankan dalam reaktor tangki berpengaduk bersparger (penyembur aliran massa), kolom gelembung (*bubble column*), atau kolom yang berisi tumpukan partikel *inert* (*packed bed column*). Proses absorpsi gas-cair dapat diterapkan pada pemurnian gas sintesis yang masih bermanfaat dalam gas buang atau bahkan pada industri yang melibatkan pelarutan gas dalam cairan, seperti  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ , formadehid, dan lain-lain (Coulson, 1996). Absorpsi gas  $\text{CO}_2$  dengan larutan hidroksid yang kuat merupakan proses absorpsi yang disertai dengan reaksi kimia order 2 antara  $\text{CO}_2$  dan ion  $\text{OH}^-$  membentuk ion  $\text{CO}_3^{2-}$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Sedangkan reaksi antara  $\text{CO}_2$  dengan  $\text{CO}_3^{2-}$  membentuk ion  $\text{HCO}_3^-$  biasanya diabaikan (Danckwerts 1970; Juvekar & Sharma, 1972). Namun, menurut Rehm *et al.* (1963) proses ini juga biasa dianggap mengikuti reaksi order 1 jika konsentrasi larutan  $\text{NaOH}$  cukup rendah (encer).

Perancangan reaktor kimia dilakukan berdasarkan pada permodelan hidrodinamika reaktor dan reaksi kimia yang terjadi di dalamnya. Suatu model matematika merupakan bentuk penyederhanaan dari proses sesungguhnya di dalam sebuah reaktor yang biasanya sangat rumit (Levenspiel, 1972). Reaksi kimia biasanya dikaji dalam suatu proses *batch* berskala laboratorium dengan

mempertimbangkan kebutuhan reaktan, kemudahan pengendalian reaksi, peralatan, kemudahan menjalankan reaksi dan analisis, serta ketelitian.

## **1.2 Perumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh variabel terhadap jumlah  $\text{CO}_2$  yang terserap pada berbagai waktu reaksi?
2. Bagaimana pengaruh variabel terhadap nilai tetapan perpindahan massa  $\text{CO}_2$  fase gas ( $k_{Ga}$ )?
3. Bagaimana pengaruh variabel terhadap nilai tetapan perpindahan massa  $\text{CO}_2$  fase cair ( $k_{La}$ )?
4. Bagaimana pengaruh variabel terhadap nilai tetapan reaksi antara  $\text{CO}_2$  dan larutan  $\text{NaOH}$  ( $k_2$ )?

## **1.3 Tujuan Percobaan**

Setelah melakukan percobaan ini mahasiswa mampu menjelaskan mengenai beberapa hal berikut :

1. Mahasiswa mampu mempersiapkan, mengoperasikan proses absorpsi dan menganalisis sampel dan mengolah data percobaan.
2. Mampu menyiapkan dan mengoperasikan sistem absorpsi dan menganalisis sampel serta mengolah data percobaan.
3. Pengaruh variabel terhadap jumlah  $\text{CO}_2$  yang terserap pada berbagai waktu reaksi.
4. Pengaruh variabel terhadap nilai tetapan perpindahan massa  $\text{CO}_2$  fase gas ( $k_{Ga}$ ).
5. Pengaruh variabel terhadap nilai tetapan perpindahan massa  $\text{CO}_2$  fase cair ( $k_{La}$ ).
6. Pengaruh variabel terhadap nilai tetapan reaksi antara  $\text{CO}_2$  dan larutan  $\text{NaOH}$  ( $k_2$ ) dan membandingkannya dengan data tetapan reaksi di literatur.

## **1.4 Manfaat Percobaan**

Mahasiswa dapat memahami reaksi yang terjadi pada reaktan yang berupa gas dan cair (heterogen) dan menerapkannya dalam penelitian perancangan reaktor dan alat proses yang terkait.

## BAB II

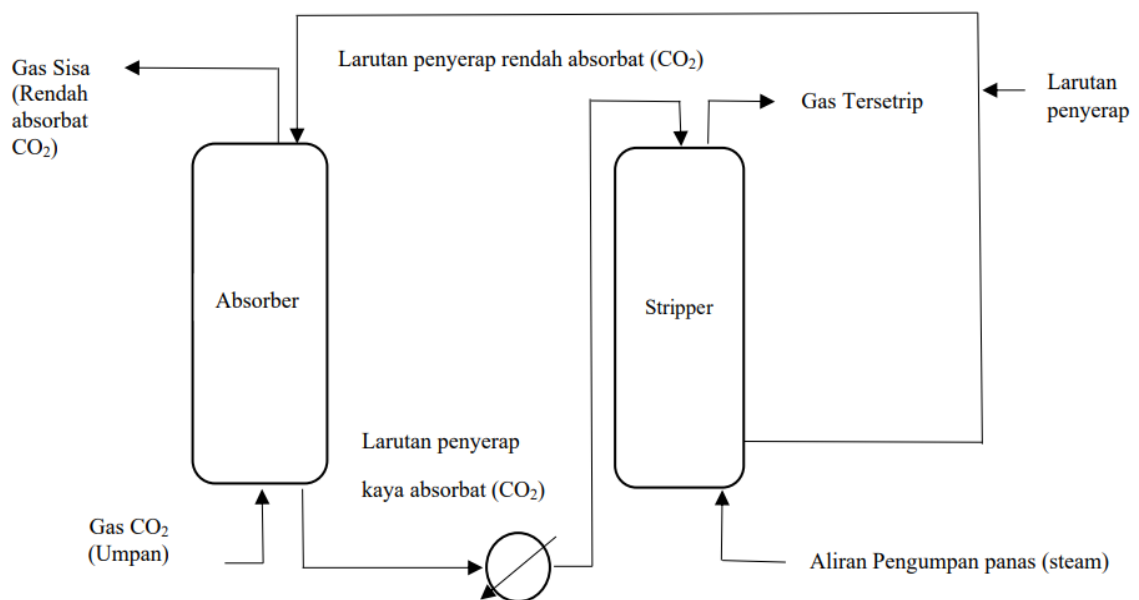
### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Absorpsi

Absorpsi merupakan salah satu proses separasi dalam industri kimia dimana suatu campuran gas dikontakkan dengan suatu cairan penyerap sehingga satu atau lebih komponen gas tersebut larut dalam cairan. Absorpsi dapat terjadi melalui dua mekanisme, yaitu absorpsi fisik dan absorpsi kimia.

Absorpsi fisik merupakan suatu proses yang melibatkan peristiwa pelarutan gas dalam larutan penyerap, namun tidak disertai dengan reaksi kimia. Contoh proses ini adalah absorpsi gas  $\text{H}_2\text{S}$  dengan air, metanol, dan propilen karbonat. Penyerapan terjadi karena adanya interaksi fisik antara gas dengan cairan. Mekanisme proses absorpsi fisik dapat dijelaskan dengan beberapa model yaitu: teori dua lapisan (*two films theory*) oleh Whiteman (1923), teori penetrasi oleh Dankcwerfs, dan teori permukaan terbaharui.

Absorpsi kimia merupakan suatu proses yang melibatkan peristiwa pelarutan gas dalam larutan penyerap yang disertai dengan reaksi kimia. Contoh peristiwa ini adalah absorpsi gas  $\text{CO}_2$  dengan larutan MEA (Mono Etanol Amin),  $\text{NaOH}$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (Kalium Karbonat) dan sebagainya. Aplikasi dari absorpsi kimia dapat dijumpai pada proses penyerapan gas  $\text{CO}_2$  pada pabrik Amonia seperti yang terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses absorpsi dan desorpsi  $\text{CO}_2$  dengan pelarut MEA di pabrik Amonia

Proses absorpsi dapat dilakukan dalam tangki berpengaduk yang dilengkapi dengan sparger, kolom gelembung (*bubble column*), dengan kolom yang berisi

*packing* yang *inert* (*packed column*), atau piringan (*tray column*). Pemilihan peralatan proses absorpsi biasanya didasarkan pada reaktivitas reaktan (gas dan cairan), korosifitas bahan yang diserap dan penyerap, suhu, tekanan, kapasitas, dan ekonomi.

## **2.2 Kolom Absorpsi**

Kolom absorpsi adalah suatu kolom atau tabung tempat terjadinya proses absorpsi (penyerapan) dari zat yang dilewatkan di kolom/tabung tersebut. Secara umum ada empat jenis kolom absorpsi yaitu: menara sembur (*spray column*), menara gelembung (*bubble column*), menara *plate* (*tray column*), dan menara *packing* (*packed bed column*).

### **2.2.1 Menara Sembur (*spray column*)**

Dalam menara *spray* fasa gas mengalir naik melalui sebuah ruang terbuka berukuran besar dan fasa cairnya dimasukkan dengan menggunakan *nozzle* atau dengan alat-alat penyemprot lainnya. Cairan yang diumpankan dalam wujud tetes tetes halus, jatuh dengan arus yang berlawanan arah dengan arus gas yang naik ke atas.

### **2.2.2 Menara Gelembung (*bubble column*)**

Menara gelembung terdiri dari ruang-ruang terbuka berukuran besar yang dilalui oleh fasa cair yang mengalir kedalam ruang-ruang ini pula gas akan disebarkan ke dalam fasa cair dalam bentuk gelembung-gelembung halus. Gelembung-gelembung gas kecil akan memberikan luas kontak yang diinginkan, gelembung-gelembung yang naik menimbulkan aksi pencampuran di dalam fasa cair, sehingga mengurangi resistensi fasa cair tersebut terhadap transfer massa. Menara gelembung digunakan dengan sistem dimana fasa cair biasanya mengontrol laju transfer massa.

### **2.2.3 Menara Plate (*tray column*)**

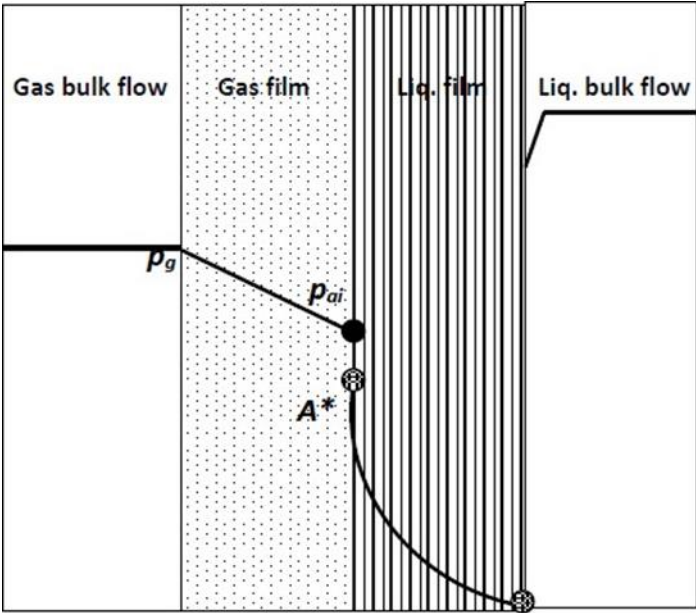
Menara *Plate* atau *tray column* adalah menara yang secara luas telah digunakan dalam industri. Menara ini terdiri dari beberapa tipe, yaitu: *Sieve Tray*, *Valve Tray*, dan *Bubble Cup Tray*.

### **2.2.4 Menara Packing (*packed bed column*)**

Menara *packing* adalah menara yang diisi dengan bahan pengisi. Adapun fungsi bahan pengisi ialah untuk memperluas bidang kontak antara kedua fase. Di dalam menara ini, cairan akan mengalir ke bawah melalui permukaan bawah pengisi, sedangkan gas akan mengalir ke atas secara arus berlawanan, melalui ruang kosong yang ada diantara bahan pengisi.

### 2.3 Analisis Perpindahan Massa dan Reaksi dalam Proses Absorpsi Gas Oleh Cairan

Secara umum, proses absorpsi gas CO<sub>2</sub> ke dalam larutan NaOH yang disertai reaksi kimia berlangsung melalui empat tahap, yaitu perpindahan massa CO<sub>2</sub> melalui lapisan gas menuju lapisan antarfase gas-cairan, kesetimbangan antara CO<sub>2</sub> dalam fase gas dan dalam fase larutan, perpindahan massa CO<sub>2</sub> dari lapisan gas ke badan utama larutan NaOH, dan reaksi antara CO<sub>2</sub> terlarut dengan gugus hidroksil (OH<sup>-</sup>). Skema proses tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Mekanisme absorpsi gas CO<sub>2</sub> dalam larutan NaOH

Laju perpindahan massa CO<sub>2</sub> melalui lapisan gas:

$$R_a = k_{ga} (p_g - p_{ai}) \tag{2.1}$$

Kesetimbangan antara CO<sub>2</sub> dalam fase gas dan dalam fase larutan:

$$p_{ai} = H C_{Ai} \tag{2.2}$$

$p_{ai}$  = Tekanan parsial gas A di interface gas-cair

$p_{ag}$  = Tekanan parsial gas A di fase gas

$k_{ga}$  = Koefisien perpindahan masa difase gas

$H$  = tetapan kesetimbangan gas A

$C_{Ai}$  = konsentrasi A difase cair pada interfase gas-cair

dengan  $H$  pada suhu 30°C = 2,88.10<sup>-5</sup> g mol/cm<sup>3</sup>. atm.

Laju perpindahan massa CO<sub>2</sub> dari lapisan gas ke badan utama larutan NaOH dan reaksi antara CO<sub>2</sub> terlarut dengan gugus hidroksil:

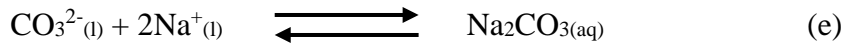
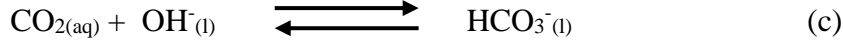
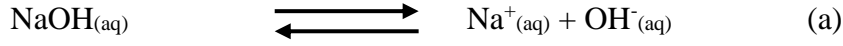
$$R_a = [A^*]_a \sqrt{D_A k_a [OH^-]} \tag{2.3}$$

Keadaan batas :

$$(a) \frac{\sqrt{D_A k_2 [OH^-]}}{k_L} \gg \gg 1$$

$$(b) \frac{\sqrt{D_A k_2 [OH^-]}}{k_L} \ll \ll \frac{[OH^-]}{z.A^*} \sqrt{\frac{D_A}{D_B}}$$

dengan z adalah koefisien reaksi kimia antara CO<sub>2</sub> dan [OH<sup>-</sup>], yaitu = 2. Di fase cair, reaksi antara CO<sub>2</sub> dengan larutan NaOH terjadi melalui beberapa tahapan proses:



Langkah d dan e biasanya berlangsung dengan sangat cepat karena merupakan reaksi ionik, sehingga proses absorpsi biasanya dikendalikan oleh peristiwa pelarutan CO<sub>2</sub> ke dalam larutan NaOH terutama jika CO<sub>2</sub> diumpankan dalam bentuk campuran dengan gas lain atau dikendalikan bersama-sama dengan reaksi kimia pada langkah c (Juvekar & Sharma, 1973).

Eliminasi A\* dari persamaan 1, 2, dan 3 menghasilkan :

$$Ra = \frac{a.H.pg.\sqrt{D_A k_2 [OH^-]}}{1 + \frac{a.H.\sqrt{D_A k_2 [OH^-]}}{k_{Ga}}} \quad (2.4)$$

Jika nilai k<sub>L</sub> sangat besar, maka :  $\frac{\sqrt{D_A k_2 [OH^-]}}{k_L} \approx 1$  sehingga persamaan di atas menjadi :

$$Ra = \frac{a.H.pg.\sqrt{D_A k_2 [OH^-] + k_L^2}}{1 + \frac{a.H.\sqrt{D_A k_2 [OH^-] + k_L^2}}{k_{Ga}}} \quad (2.5)$$

Jika keadaan batas (b) tidak dipenuhi, berarti terjadi pelucutan [OH<sup>-</sup>] dalam larutan. Hal ini berakibat:

$$\frac{\sqrt{D_A k_2 [OH^-]}}{k_L} \approx \frac{[OH^-]}{z.A^*} \sqrt{\frac{D_A}{D_B}} \quad (2.6)$$

Dengan demikian, maka laju absorpsi gas CO<sub>2</sub> ke dalam larutan NaOH akan mengikuti persamaan:

$$Ra = \frac{a.H.pg.\phi k_L}{1 + \frac{a.H.\phi k_L}{k_{Ga}}} \quad (2.7)$$

Dengan  $\phi$  adalah *enhancement* faktor yang merupakan rasio antara koefisien transfer massa CO<sub>2</sub> pada fase cair jika absorpsi disertai reaksi kimia dan tidak disertai reaksi kimia seperti dirumuskan oleh Juvekar dan Sharma (1973):

$$\phi = \frac{\sqrt{D_A k_2 [OH^-]}}{k_L} \cdot \left[ \frac{1 + \frac{[OH^-] D_B}{z.A^* D_A} \phi}{\frac{[OH^-] D_B}{z.A^* D_A}} \right]^{1/2} \quad (2.8)$$

Nilai difusivitas efektif ( $D_A$ )  $\text{CO}_2$  dalam larutan NaOH pada suhu 30 °C adalah  $2,1 \times 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{det}$  (Juvekar & Sharma, 1973).

Nilai  $k_{Ga}$  dapat dihitung berdasarkan pada absorpsi fisik dengan meninjau perpindahan massa total  $\text{CO}_2$  ke dalam larutan NaOH yang terjadi pada selang waktu tertentu di dalam alat absorpsi. Dalam bentuk bilangan tak berdimensi,  $k_{Ga}$  dapat dihitung menurut persamaan (Kumoro & Hadiyanto, 2000):

$$\frac{k_{Ga} dp^2}{D_A} = 4,0777 \times \left( \frac{\rho_{\text{CO}_2} \cdot Q_{\text{CO}_2}}{\mu_{\text{CO}_2} a} \right)^{1,4003} \times \left( \frac{\mu_{\text{CO}_2}}{\rho_{\text{CO}_2} D_A} \right)^{1/3} \quad (2.9)$$

$$\text{Dengan } a = \frac{6-(1-\epsilon)}{dp} \text{ dan } \epsilon = \frac{V_{\text{Void}}}{V_T}$$

Secara teoritik, nilai  $k_{Ga}$  harus memenuhi persamaan :

$$k_{Ga} = \frac{\text{mol}(\text{CO}_2, \text{liq})}{A \cdot Z \cdot \epsilon \cdot p_{\text{im}}} = \frac{\text{mol}(\text{CO}_3^{2-})}{A \cdot Z \cdot \epsilon \cdot p_{\text{im}}} \quad (2.10)$$

Jika tekanan operasi cukup rendah, maka  $p_{\text{im}}$  dapat didekati dengan

$$\Delta p = p_{\text{in}} - p_{\text{out}}$$

Sedangkan nilai  $k_{La}$  dapat dihitung secara empirik dengan persamaan (Zheng & Xu, 1992):

$$\frac{k_{La} \cdot dp}{D_A} = 0,2258 \times \left( \frac{\rho_{\text{NaOH}} \cdot Q_{\text{NaOH}}}{\mu \cdot a} \right) \times \left( \frac{\mu}{\rho \cdot D_A} \right)^{0,5} \quad (2.11)$$

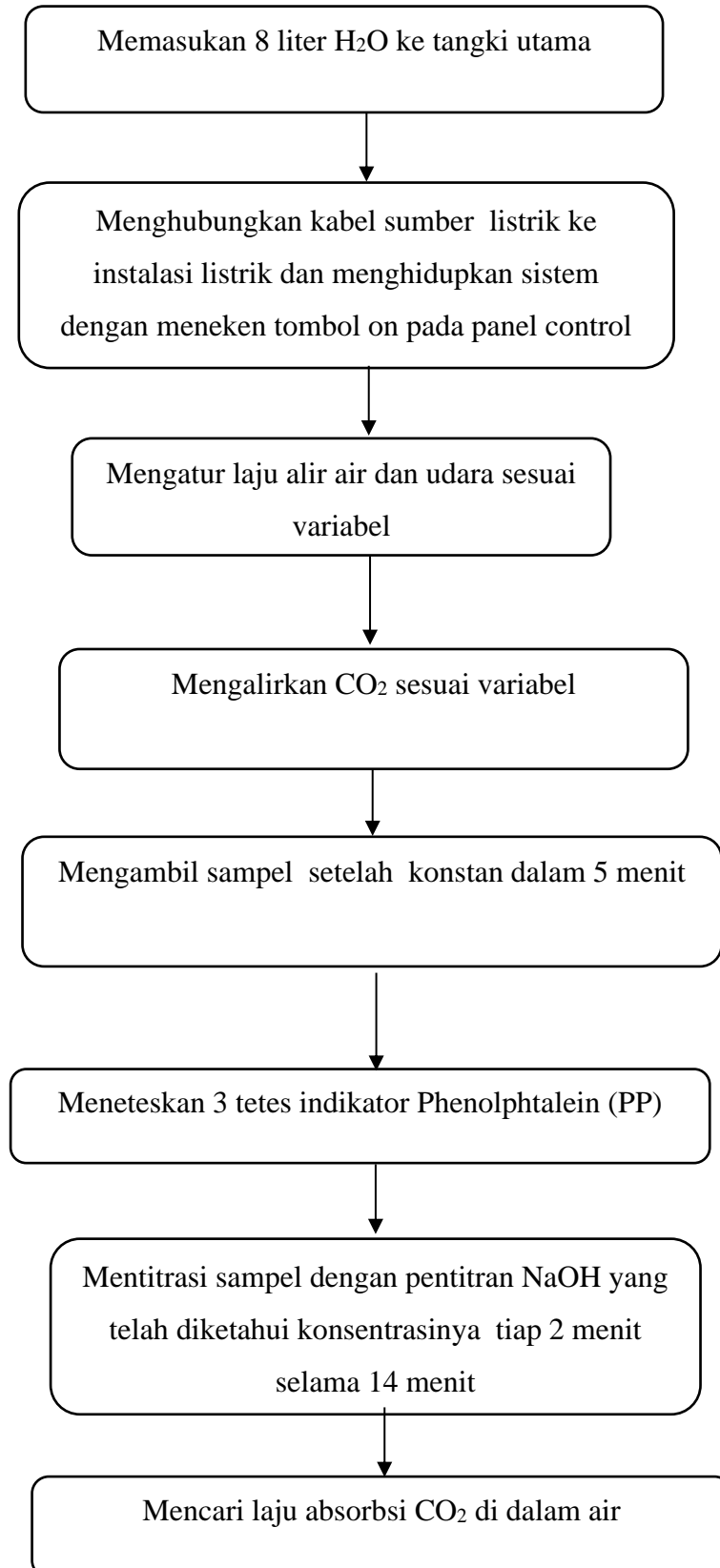
Jika laju reaksi pembentukan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  jauh lebih besar dibandingkan dengan laju difusi  $\text{CO}_2$  ke dalam larutan NaOH, maka konsentrasi  $\text{CO}_2$  pada batas film cairan dengan badan cairan adalah nol. Hal ini disebabkan oleh konsumsi  $\text{CO}_2$  yang sangat cepat selama reaksi sepanjang film. Dengan demikian tebal film ( $x$ ) dapat ditentukan persamaan :

$$x = \frac{D_A \cdot (p_{\text{in}} - p_{\text{out}})}{\text{mol}(\text{CO}_3^{2-}) \cdot R \cdot T} \quad (2.12)$$

### BAB III

#### METODE PRAKTIKUM

##### 3.1 Rancangan Percobaan



Gambar 3.1 Skema rancangan praktikum



i. Penetapan Variabel

Variabel tetap :

Variabel berubah :

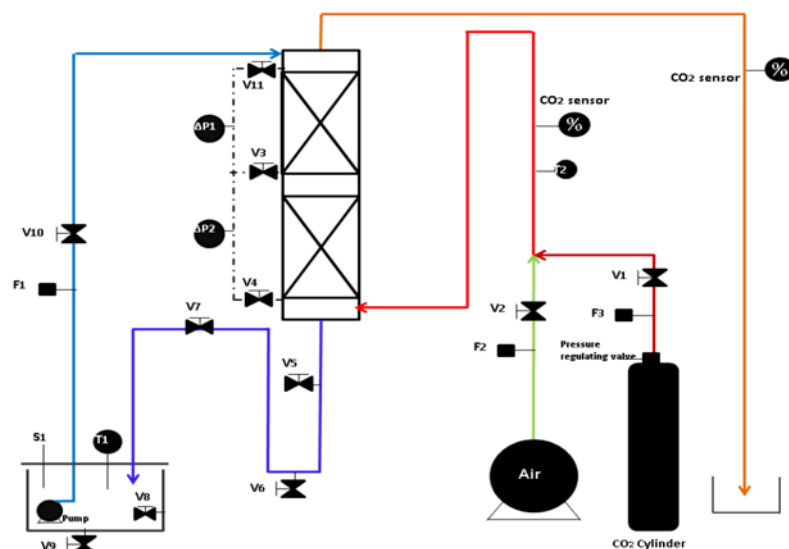
### 3.2 Bahan dan Alat yang Digunakan

1. Bahan yang digunakan

1. Kristal natrium hidroksida (NaOH)
2. Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dalam fase cair yang disimpan di tabung bertekanan
3. Udara
4. Akuades (H<sub>2</sub>O)
5. Indikator *phenolphthalein* (PP) @3 tetes

2. Alat yang digunakan

Rangkaian alat praktikum absorpsi terlihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Rangkaian alat utama

### 3.3 Respon Uji Hasil

Konsentrasi ion CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> dalam larutan sampel dan CO<sub>2</sub> yang terserap

### 3.4 Prosedur Praktikum

A. Persiapan Alat

1. Tancapkan kabel power pada sumber listrik Putar tombol ON/OFF dan monitor alat akan menyala.

2. Nyalakan suplai air utama ke tangki bak dan biarkan tangki terisi. Pastikan saluran keluar air dari kolom dipasangkan ke pipa yang mengembalikan air ke tangki
3. Dengan valve aliran gas V<sub>1</sub> dan V<sub>2</sub> tertutup, hidupkan pompa cairan
4. Sesuaikan aliran air melalui kolom pada flow meter F<sub>1</sub> menggunakan katup V<sub>10</sub>
5. Nyalakan kompresor dan sesuaikan valve V<sub>2</sub> untuk memberikan aliran udara
6. Buka valve pengatur tekanan pada silinder CO<sub>2</sub>, dan sesuaikan katup V<sub>1</sub> untuk memberi nilai pada pengukur aliran F<sub>3</sub>.
7. Setelah 5 menit stabil, ambil sampel dengan interval 10 menit dari valve inlet dan valve outlet. Ambil sampel 100 ml pada waktu yang diketahui dalam setiap kasus. Analisis sampel sesuai prosedur

B. Penentuan CO2 terlarut

1. Mengambil sampel masing-masing sebanyak 10 ml.
2. Ditetaskan 2-3 tetes indikator pp, jika terbentuk warna merah dengan segera maka tidak ada CO<sub>2</sub> bebas.
3. Dititrasi sampel dengan larutan NaOH standar sesuai variabel sampai terbentuk warna merah muda yang tidak hilang 30 detik. Catat volume titran yang dibutuhkan

Jumlah CO<sub>2</sub> yang terlarut dalam sampel air dihitung dari:

$$\text{gmol/liter CO}_2=\frac{V \text{ NaOH} \times N \text{ NaOH}}{\text{volume sampel}} = Cd$$

3.5 Lembar Pengamatan

3.5.1 Variabel Operasi

- a. Variabel tetap
- b. Variabel berubah

3.5.2 Data

Waktu	Va in (mL)	Va out (mL)

## DAFTAR PUSTAKA

- Coulson, J. M.. & Richardson. J. F. (1996). *Chemical Engineering: Volume 1: Fluid flow. heat transfer and mass transfer* (5th ed.). London: Butterworth Heinemann, 32.
- Danckwerts, P. V. (1970). *Gas Liquid Reactions* (5th ed.). New York: McGraw- Hill Book Company. Inc, 45.
- Danckwerts, P. V.. & Kennedy. B. E. (1954). Kinetics of liquid-film process in gas absorption. Part I: Models of the absorption process. *Transaction of the Institution of Chemical Engineers*, 32, S49–S52.
- Franks, R. G. E. (1967). *Mathematical modeling in chemical engineering*. New York: John Wiley and Sons. Inc, 55.
- Juvekar, V. A. dan Sharma, M. (1972). Absorption of CO<sub>2</sub> in suspension of lime. *Chemical Engineering Science*, 28, 825–837.
- Kumoro, A. C. dan Hadiyanto. (2000). Absorpsi Gas Karbondioksida dengan Larutan Soda Api dalam Ungun Tetap, *Forum Teknik*, 24(2). 186–195.
- Levenspiel, O. (1972). *Chemical Reaction Engineering. Chemical Engineering Science* (2nd ed.. Vol. 19). New York: John Wiley and Sons. Inc, 44.
- Rehm, T. R., Moll, A. J. dan Babb, A. L. (1963). Unsteady State Absorption of Carbon Dioxide by Dilute Sodium Hydroxide Solutions. *American Institute of Chemical Engineers Journal*, 9(5). 760–765.
- Zheng, Y. and Xu, X. (1992). Study on catalytic distillation processes. Part I. Mass transfer characteristics in catalyst bed within the column. *Transaction of the Institution of Chemical Engineers*, (Part A) 70. 459–464.

**IDENTIFIKASI BAHAYA DAN ANALISA RESIKO**  
**MATERI: ABSORPSI GAS CO<sub>2</sub> DENGAN LARUTAN H<sub>2</sub>O**

IDENTIFIKASI BAHAYA (IB)											
A	Mekanik		D	Lingkungan		E	Bahan kimia		G	Bahaya lainnya	
A1	Penanganan manual	√	D1	Kebisingan	√	E1	Racun		G1	Gas terkompresi	√
A2	Bagian yang bergerak		D2	Getaran		E2	Iritan	√	G2	Radiasi pengion	
A3	Bagian yang berputar		D3	Penerangan		E3	Korosif	√	G3	Radiasi UV	
A4	Pemotongan		D4	Kelembaban		E4	Karsinogenik		G4	Kelelahan	
B	Biologi		D5	Temperatur		E5	Mudah terbakar	√	G5	Ruang sempit	
B1	Bakteri		D6	Bahaya perjalanan		E6	Mudah meledak		G6	Penuh sesak	
B2	Virus		D7	Permukaan yang licin		E7	Cryogenics	√	G7	Termometer	
B3	Jamur		D8	Limbah padat		F	Peralatan				
C	Listrik		D9	Kualitas udara	√	F1	Bejana tekan				
C1	Voltase tinggi	√	D10	Pekerjaan soliter		F2	Peralatan panas				
C2	Listrik statis		D11	Percikan/tetes/banjir		F3	Laser				

C3	Kabel	√	D12	Tumpahan serbuk		F4	Pembuluh kaca				
----	-------	---	-----	-----------------	--	----	---------------	--	--	--	--

DETAIL RESIKO							
IB	Resiko (setelah tindakan pengendalian)				Identifikasi resiko	Tindakan pengendalian untuk meminimalisir resiko	Tindakan pertolongan pertama
	Tinggi	Sedang	Rendah	Minimal			
1. PREPARASI/TAHAP AWAL							
		√			Resiko iritasi jika terkena larutan NaOH	- Gunakan APD	- Jika tertelan, bilas mulut. Jangan memaksakan muntah  - Jika mengenai kulit (atau rambut), segera lepas semua pakaian yang terkontaminasi dan bilas kulit dengan air atau pancuran  - Jika terkena mata, bilas secara hati-hati dengan air selama beberapa menit
2. PERCOBAAN UTAMA							
		√			Saat menghidupkan pompa ada resiko tersengat listrik/konslet	- Pastikan kabel/colokan tidak basah, pastikan/cek kipas pada pompa dapat memutar dengan baik sehingga pompa tidak terbakar  - Gunakan APD & sepatu karet	- Matikan sumber arus listrik  - Dorong tubuh korban dengan benda isolator  - Cari pertolongan medis  - Obati luka bakar
		√				- Pastikan kabel/colokan tidak	- Matikan sumber arus listrik

DETAIL RESIKO							
IB	Resiko (setelah tindakan pengendalian)				Identifikasi resiko	Tindakan pengendalian untuk meminimalisir resiko	Tindakan pertolongan pertama
	Tinggi	Sedang	Rendah	Minimal			
			√		Saat menghidupkan kompresor ada resiko tersengat listrik/konslet	basah - Gunakan APD & sepatu karet	- Dorong tubuh korban dengan benda isolator - Cari pertolongan medis - Obati luka bakar
		√			Kebisingan akibat kompresor	- Gunakan APD earplug	- Matikan sumber kebisingan - Rehatkan telinga
		√			Resiko terhadap kesehatan jika gas CO <sub>2</sub> yang dialirkan terlalu besar	- Pastikan mengalirkan gas CO <sub>2</sub> sesuai dengan tekanan yang sudah ditetapkan dipraktikum - Gunakan APD	- Cari udara segar dan matikan aliran gas CO <sub>2</sub> - Lakukan CPR jika perlu
					Raksa yang	- Pastikan mengalirkan gas CO <sub>2</sub> sesuai dengan tekanan yang sudah ditetapkan dipraktikum - Gunakan APD	- Jika raksa kontak dengan kulit, terkena mata, atau tertelan segera bilas dengan air berlebih

DETAIL RESIKO							
IB	Resiko (setelah tindakan pengendalian)				Identifikasi resiko	Tindakan pengendalian untuk meminimalisir resiko	Tindakan pertolongan pertama
	Tinggi	Sedang	Rendah	Minimal			
					terdapat pada manometer ada resiko keluar dari selang jika gas CO <sub>2</sub> yang dialirkan terlalu besar		
3. ANALISA/TAHAP AKHIR							
		√			Resiko iritasi jika terkena larutan HCl saat melakukan titrasi	- Gunakan APD	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jika tertelan, bilas mulut. Jangan memaksakan muntah</li> <li>- Jika mengenai kulit (atau rambut), segera lepas semua pakaian yang terkontaminasi dan bilas kulit dengan air atau pancuran</li> <li>- Jika terkena mata, bilas secara hati-hati dengan air selama beberapa menit</li> </ul>



LEMBAR ASISTENSI

DIPERIKSA		KETERANGAN	TANDA TANGAN
NO	TANGGAL		