

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR LAMBANG .....	xi
INTISARI.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Keaslian Penelitian.....	5
1.3 Manfaat Penelitian .....	7
1.4 Tujuan Penelitian .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Tinjauan Pustaka .....	8
2.1.1 Biogas .....	8
2.1.2 Pemurnian Biogas .....	10
2.1.2.1 Absorpsi Kimia .....	12
2.1.2.1 Absorpsi Fisis.....	12
2.1.2.3 Adsorpsi Pada Permukaan Padat.....	13
2.1.2.4 Pemisahan Membran.....	13
2.1.2.5 Metode Cryogenic.....	14
2.1.2.6 Konversi Kimia .....	14
2.1.2.7 Biofiltrasi .....	15
2.1.3 Pelarut yang Digunakan untuk Penyerapan gas CO <sub>2</sub> .....	15
2.1.4 Kolom Bahan Isian .....	19
2.1.5 Kondisi Operasi Absorpsi CO <sub>2</sub> di Industri.....	20

2.2	Landasan Teori.....	21
2.2.1	Mekanisme Reaksi .....	23
2.2.2	Mekanisme Transfer Massa .....	23
2.2.3	Model Matematis .....	25
2.3	Hipotesis .....	30
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>		<b>31</b>
3.1	Bahan Penelitian .....	31
3.2	Alat Penelitian.....	31
3.3	Prosedur Penelitian .....	33
3.3.1	Variasi Konsentrasi MDEA .....	33
3.3.2	Variasi Laju Alir Gas .....	33
3.3.3	Variasi konsentrasi CO <sub>2</sub> .....	33
3.4	Variabel Penelitian.....	34
3.5	Analisis Penelitian .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>35</b>
4.1	Pengaruh Variasi Laju Alir Gas .....	35
4.2	Analisis Parameter Hasil Optimasi .....	45
4.3	Perbandingan Absorpsi CO <sub>2</sub> pada Penelitian dan di Industri.....	49
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>51</b>
5.1	Kesimpulan .....	51
5.2	Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>52</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi biogas .....	8
Tabel 2.2 Nilai kesetaraan berbagai jenis energi dibandingkan dengan biogas	9
Tabel 2.3 Efek komponen pengotor di dalam biogas .....	10
Tabel 2.4 Pelarut yang digunakan dalam absorpsi gas CO <sub>2</sub> .....	15
Tabel 2.5 Kondisi operasi kolom absorpsi dan absorber yang digunakan pada beberapa industri .....	19
Tabel 4.1 Konsentrasi gas CO <sub>2</sub> keluar pada laju alir absorben 0,15 LPM dan konsentrasi CO <sub>2</sub> masuk 40% .....	39
Tabel 4.2 Konsentrasi gas CO <sub>2</sub> keluar pada laju alir absorben 0,15 LPM dan konsentrasi CO <sub>2</sub> masuk 70% .....	40
Tabel 4.3 Nilai SSE dari hasil <i>fitting</i> data .....	41
Tabel 4.4 Parameter hasil optimasi untuk variasi laju alir gas pada konsentrasi CO <sub>2</sub> 40% .....	45
Tabel 4.5 Parameter hasil optimasi untuk variasi laju alir gas pada konsentrasi CO <sub>2</sub> 70% .....	45
Tabel 4.6 Nilai bilangan Hatta .....	48

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Konsumsi energi di Indonesia tahun 2004 – 2014 .....	1
Gambar 1.2	Pasokan energi berdasarkan jenis energi tahun 2011 – 2050 .....	2
Gambar 2.1	Rumus struktur MEA .....	17
Gambar 2.2	Rumus struktur DEA .....	17
Gambar 2.3	Rumus struktur MDEA .....	17
Gambar 2.4	<i>Two film theory</i> .....	21
Gambar 2.5	Skema kolom absorpsi .....	24
Gambar 2.6	Algoritma pemrograman .....	29
Gambar 3.1	Rangkaian alat absorpsi gas CO <sub>2</sub> .....	32
Gambar 4.1	Konsentrasi CO <sub>2</sub> keluar pada laju alir absorben 0,15 LPM dan larutan MDEA 20 % berat untuk konsentrasi CO <sub>2</sub> masuk 40 % .....	37
Gambar 4.2	Konsentrasi CO <sub>2</sub> keluar pada laju alir absorben 0,15 LPM dan larutan MDEA 35,31 % berat untuk konsentrasi CO <sub>2</sub> masuk 40 % .....	37
Gambar 4.3	Konsentrasi CO <sub>2</sub> keluar pada laju alir absorben 0,15 LPM dan larutan MDEA 20 % berat untuk konsentrasi CO <sub>2</sub> masuk 70 % .....	38
Gambar 4.4	Konsentrasi CO <sub>2</sub> keluar pada laju alir absorben 0,15 LPM dan larutan MDEA 35,31 % berat untuk konsentrasi CO <sub>2</sub> masuk 70 % .....	38

- Gambar 4.5 Hasil pemodelan matematis untuk konsentrasi CO<sub>2</sub> 40%, larutan MDEA 20% dan laju alir gas (a) 1 LPM, (b) 1,5 LPM, dan (c) 1,8 LPM ..... 40
- Gambar 4.6 Hasil pemodelan matematis untuk konsentrasi CO<sub>2</sub> 40 %, larutan MDEA 35,31%, dan laju alir gas (a) 1 LPM, (b) 1,5 LPM, dan (c) 1,8 LPM ..... 42
- Gambar 4.7 Hasil pemodelan matematis untuk konsentrasi CO<sub>2</sub> 70%, larutan MDEA 20%, dan laju alir gas (a) 1 LPM, (b) 1,5 LPM, dan (c) 1,8 LPM ..... 44
- Gambar 4.8 Hasil pemodelan matematis untuk konsentrasi CO<sub>2</sub> 70%, larutan MDEA 35,31%, dan laju air gas (a) 1 LPM, (b) 1,5 LPM, dan (c) 1,8 LPM ..... 46

## DAFTAR LAMBANG

$C_{AG}$	: Konsentrasi CO <sub>2</sub> di fase gas, mol/L
$C_{Ai}$	: Konsentrasi CO <sub>2</sub> di interface, mol/L
$C_{AL}$	: Konsentrasi CO <sub>2</sub> di fase cair, mol/L
$C_{B0}$	: Konsentrasi larutan MDEA, mol/L
$C_{BL}$	: Konsentrasi MDEA di fase cair, mol/L
$D_A$	: Koefisien difusi CO <sub>2</sub> pada larutan MDEA, m <sup>2</sup> /menit
$D_{CO_2}$	: Koefisien difusi CO <sub>2</sub> pada larutan MDEA, m <sup>2</sup> /menit
$D_{CO_2, \omega}$	: Koefisien difusi CO <sub>2</sub> pada air, m <sup>2</sup> /menit
$D_{N_2O}$	: Koefisien difusi N <sub>2</sub> O pada larutan MDEA, m <sup>2</sup> /menit
$D_{N_2O, \omega}$	: Koefisien difusi N <sub>2</sub> O pada air, m <sup>2</sup> /menit
$\varepsilon_G$	: Porositas gas, (volume/volume)
$\varepsilon_L$	: Porositas cairan, (volume/volume)
$G$	: Kecepatan volum gas, L/min
$H$	: Konstanta Henry, atm.L/mol
$Ha$	: Hatta <i>number</i>
$k_2$	: Konstanta laju reaksi overall, L/(mol.min)
$k_{Ga}$	: Koefisien transfer massa volumetris CO <sub>2</sub> pada fase gas, mol/(min.atm.L)
$k_{La}$	: Koefisien transfer massa volumetris CO <sub>2</sub> pada fase cair, 1/min
$K_{Ga}$	: Koefisien transfer massa overall volumetris CO <sub>2</sub> di fase gas, mol/(min.atm.L)
$L$	: Kecepatan volum cairan, L/min

- $n$  : Mol, gram/(gram/mol)
- $N_A$  : Kecepatan transfer massa CO<sub>2</sub> volumetris, mol/(L.min)
- $P_A$  : Tekanan parsial CO<sub>2</sub> di fase gas, atm
- $P_{Ai}$  : Tekanan parsial CO<sub>2</sub> di interface, atm
- $R$  : Konstanta gas ideal, L atm/(mol.K)
- $r_A$  : Laju reaksi CO<sub>2</sub> di dalam larutan, mol/(L.min)
- $S$  : Luas permukaan perpindahan massa, m<sup>2</sup>
- $T$  : Suhu gas, K
- $t$  : Waktu, min
- $V$  : Volume, L
- $z$  : Tinggi kolom, m
- $\mu_B$  : Viskositas larutan MDEA, Pa.s
- $\mu_w$  : Viskositas aquadest, Pa.s
- $\gamma$  : Konstanta yang didefinisikan pada persamaan (43) = 0,8