# ANALISA PENGARUH KONSENTRASI aMDEA TERHADAP PENYERAPAN GAS KARBON DIOKSIDA ($CO_2$)

**Achmad Fadlih[1*], Eka Megawati[1]**

*[1]Pengolahan Minyak dan Gas, Sekolah Tinggi Teknologi Migas*
*Transad KM.08 No.76 RT.08 Kelurahan Karang Joang, Balikpapan, 76125, Indonesia*

E-mail: fadlih.migas@gmail.com*

**ABSTRACT**

*Natural gas coming out of a well that has the same characteristics. Natural gas such as carbon dioxide (CO2) and H2S and water vapor are separated before natural gas is put into the process. This is very important because all three gases are corrosive and toxic. CO2 is an acidic gas, with the presence of water vapor will cause CO2 to be more corrosive and the freezing point of CO2 higher than methane ie the freezing point of CO2 is -56 ° C which will later cause blockages in the heat exchanger tubes (5E-1) whose temperature can reach -150 ° C. Methyldiethanolamine is a clear, colorless or pale yellow liquid with an ammonia odor. Methyldiethanolamine dissolves with water, alcohol and benzene. The study uses correlation and regression analysis methods that aim to see how influential the concentration of aMDEA is in absorbing CO2. Data analysis uses regression equations and coefficient of determination. Based on observations obtained that the effect of aMDEA concentration on CO2 absorption is fairly weak or has little effect because the coefficient of determination is 0.0012 or 1.2% which indicates that the relationship is very weak or has little effect.*

**Keywords:** ***$CO_2$, aMDEA, konsentrasi***

**ABSTRAK**

Gas alam yang keluar dari sumur tidak ada satu pun yang mempunyai karakteristik yang sama. Gas alam seperti karbon dioksida ($CO_2$) dan $H_2S$ serta uap air dipisahkan sebelum gas alam dijadikan umpan ke dalam proses. Hal ini sangatlah penting mengingat ketiga gas tersebut bersifat korosif dan beracun. $CO_2$ merupakan gas yang bersifat asam, dengan adanya uap air akan menyebabkan $CO_2$ semakin korosif serta titik beku $CO_2$ yang lebih tinggi dibandingkan dengan metana yakni titik beku $CO_2$ adalah -56 °C yang nantinya akan menyebabkan penyumbatan pada *tube-tube Heat Exchanger* (5E-1) yang suhunya dapat mencapai -150 °C. *Methyldiethanolamine* adalah cairan kuning jernih, tidak berwarna atau pucat dengan bau amonia. *Methyldiethanolamine* larut dengan air, alkohol dan benzena. Penelitian menggunakan metode analisis korelasi dan regresi yang bertujuan untuk melihat seberapa berpengaruh konsentrasi aMDEA dalam menyerap $CO_2$.. Analisa data menggunakan persamaan regresi dan koefisien determinasi. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh bahwa pengaruh konsentrasi aMDEA terhadap penyerapan $CO_2$ terbilang lemah atau berpengaruh kecil dikarenakan nilai koefisien determinasi sebesar 0,0012 atau 1,2% yang dimana menandakan hubungan tersebut sangat lemah atau berpengaruh kecil.

**Kata Kunci:** ***$CO_2$, aMDEA, concentration***

Artikel diterima 3 September 2020. Online 29 Oktober 2020 

## PENDAHULUAN

Beberapa gas alam yang keluar dari sumur tidak ada satu pun yang mempunyai karakteristik yang sama. Hal itu disebabkan di setiap aliran gas mempunyai komposisi masing-masing yang berbeda. Menurut Sembiring dkk. (2020), gas alam sering disebut sebagai gas bumi atau gas rawa yang merupakan bahan bakar fosil berbentuk gas yang terutama terdiri dari *metana* ($CH_4$), yang merupakan molekul *hidrokarbon* rantai terpendek dan teringan. Menurut Sutanto (2016), gas alam umumnya mengandung *metana, karbon dioksida, nitrogen, hidrokarbon* berantai panjang dan sedikit *hidrogen sulfida, argon, helium, oksigen*, serta uap air. Umumnya, gas alam seperti $CO_2$ dan $H_2S$ serta uap air dipisahkan sebelum gas alam dijadikan umpan ke dalam proses. Hal ini sangatlah penting mengingat ketiga gas tersebut bersifat *korosif* dan beracun ($H_2S$).

Menurut Ciptorini & Arsi (2015), gas *karbon dioksida* ($CO_2$) dapat merusak bagian perpipaan dan utilitas pabrik karena sifat korosifitasnya. Selain itu, gas $CO_2$ juga dapat mengurangi nilai kalor dari gas alam. Pada LNG (*Liquified Natural Gas*), gas $CO_2$ harus dihilangkan, karena dapat membeku pada suhu rendah yang mengakibatkan penyumbatan pada sistem perpipaan dan *tubing* pada *heat exchanger*. *Karbon dioksida* ($CO_2$) atau zat asam arang adalah sejenis senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara *kovalen* dengan sebuah atom karbon. Wujud dari $CO_2$ berbentuk gas pada keadaan temperatur dan tekanan standar dan hadir di atmosfer bumi. Rata-rata konsentrasi $CO_2$ di atmosfer bumi kira-kira 387 *ppm* berdasarkan volume walaupun jumlah ini bisa bervariasi tergantung pada lokasi dan waktu.

*Absorpsi* merupakan proses pemisahan suatu bahan dari campuran gas dengan cara pengikatan bahan tersebut pada permukaan *absorben* cair yang diikuti dengan proses pelarutan (Hartanto, 2017). *Absorpsi* kimia merupakan *absorpsi* dimana gas terlarut di dalam larutan penyerap disertai dengan adanya reaksi kimia. Contoh *absorpsi* ini adalah *absorpsi* dengan adanya reaksi kimia antara $CO_2$ dengan senyawa *amina*. MEA, DEA, dan MDEA adalah pelarut (absorbent) yang biasa digunakan untuk mengabsorp $CO_2$ (Sembiring dkk, 2020). Pada proses ini, $CO_2$ diserap menggunakan larutan aMDEA agar tidak menghambat proses pencairan LNG dikarenakan titik beku $CO_2$ lebih tinggi dibandingkan dengan metana yakni titik beku $CO_2$ adalah -56 °C yang nantinya akan menyebabkan penyumbatan pada *tube-tube Heat Exchanger* (5E-1) yang suhunya dapat mencapai -150 °C.

Menurut Mulyati (2020), pemilihan larutan amine yang tepat untuk digunakan secara garis besar meliputi 3 jenis: *primer*, *sekunder*, dan *tersier amine*. *Amine primer* yang langsung bereaksi dengan $H_2S$, $CO_2$ dan COS *(carbonyl sulfide)* yaitu *monoethanolamine*

*(MEA)* dan *diglycolamine (DGA); amine sekunder* yang langsung bereaksi dengan $H_2S$ $CO_2$ dan beberapa COS yaitu : *diethanolamine (DEA)* dan *diisopropanolamine (DIPA);* dan *amine tersier* yang bereaksi langsung dengan $H_2S$, bereaksi tidak langsung dengan $CO_2$ dan sedikit COS yaitu *triethanolamine (TEA)* dan *methyldiethanolamine (MDEA). Methyldiethanolamine* adalah cairan kuning jernih, tidak berwarna atau pucat dengan bau amonia. Hal ini larut dengan air, alkohol dan *benzena*. *methyldiethanolamine* juga dikenal sebagai N-metil *dietanolamine* dan lebih umum sebagai *MDEA*. Ini memiliki rumus ($C_2H_4OH$).

Pemilihan jenis amine bergantung pada tujuan proses dan karakteristik dari tipe *absorbent*, antara lain selektivitas untuk $H_2S$, $CO_2$, COS, pengendalian kandungan air di umpan gas, pengontrolan kandungan air di dalam *absorbent*, biaya, *supply absorbent*, kestabilan terhadap panas, dll. Pemilihan *absorbent* juga ditentukan oleh kondisi operasi seperti tekanan dan temperatur dari *feed gas*, komposisinya, dan kemurnian dari produk gas yang diinginkan serta penghilangan secara simultan gas $H_2S$ dan $CO_2$ atau hanya selektif pada salah satu pengotor (Wagiono,dkk, 2014)

Proses pemurnian *feed gas* dari $CO_2$ dilakukan dengan menggunakan larutan amine dengan cara absorp*si* sampai kandungan $CO_2$ tidak melebihi dari 50 ppm. Keberhasilan pemurnian *feed gas* ini sangat bergantung pada performa dan efisiensi menara absorber dalam menjalankan proses *absorbsi*. Mengingat keberadaan gas $CO_2$ tidak diinginkan dalam kandungan *feed gas* untuk menjadi LNG, sehingga diperlukan adanya proses *absorbsi* untuk menghasilkan gas yang benar-benar bersih dengan menggunakan media penjerap aMDEa. Dikarenakan dalam proses *absorbsi* terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses penyerapan $CO_2$, maka penelitian ini ditujukan untuk menganalisa pengaruh konsentrasi aMDEA dalam penyerapan $CO_2$ sehingga diketahui seberapa besar pengaruh konsentrasi aMDEA dalam penyerapan $CO_2$.

## METODE PENELITIAN

Penghilangan kandungan $CO_2$ dari gas alam digunakan proses *absorpsi* kimia dengan larutan *methyldiethanolamine* atau biasa di sebut juga dengan MDEA untuk mengurangi kandungan $CO_2$ tidak melebihi dari 50 *ppm* sesuai dengan persyaratan permintaan konsumen. Pada penelitian ini akan dilihat bagaimana pengaruh konsentrasi MDEA terhadap kemampuan kemampuan penyerapan $CO_2$ yang terkandung dalam gas alam. Data-data yang digunakan adalah data dari lapangan gas. Variabel yang harus diketahui dari penelitian ini adalah konsentrasi $CO_2$ yang terserap dan konsentrasi aMDEA yang digunakan. Data yang

digunakan dalam penelitian ini adalah selama 31 hari. Metode analisis yang digunakan yaitu menggunakan metode analisa regresi dan metode analisa koefisien determinasi.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

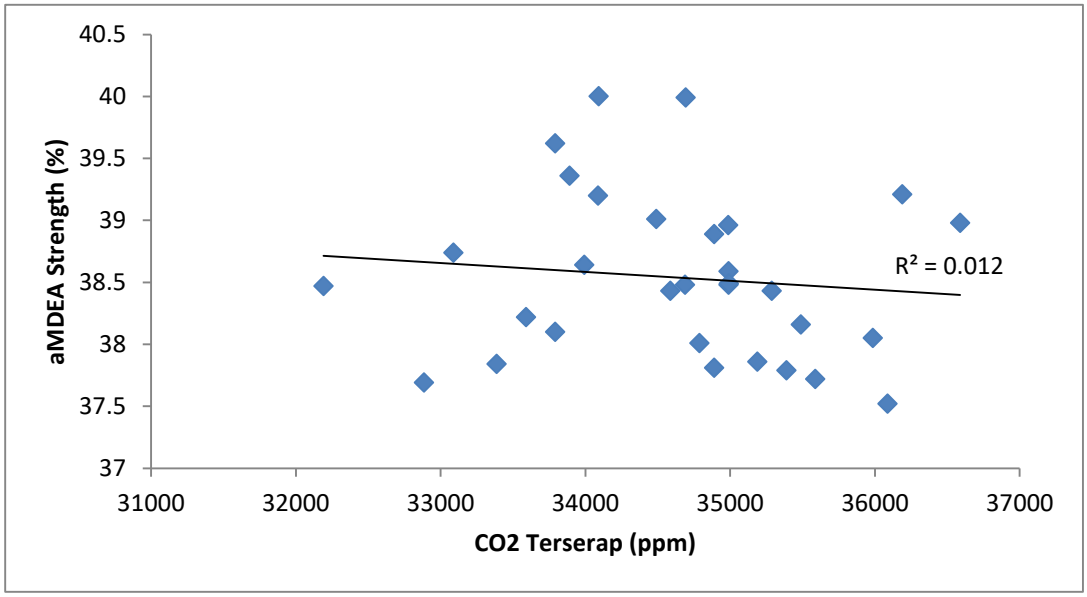
Data pengamatan selama 31 hari dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Data Pengamatan Penyerapan $CO_2$**

| $CO_2$ in FG (ppm) | aMDEA *Strength* (%) | E2-AI-3 (ppm) | $CO_2$ Terserap (ppm) |
|---|---|---|---|
| **32.2** | 38,47 | 8,87 | 32.191,13 |
| **33.8** | 38,1 | 7,47 | 33.792,53 |
| **34** | 38,64 | 7,00 | 33.993,00 |
| **33.8** | 39,62 | 7,11 | 33.792,89 |
| **34.7** | 39,99 | 7,52 | 34.692,48 |
| **34.1** | 40,0 | 7,72 | 34.092,28 |
| **33.9** | 39,36 | 9,81 | 33.890,19 |
| **34.8** | 38,01 | 10,75 | 34.789,25 |
| **35.4** | 37,79 | 10,34 | 35.389,66 |
| **36.2** | 39,21 | 9,94 | 36.190,06 |
| **35.2** | 37,86 | 11,24 | 35.188,76 |
| **35.6** | 37,72 | 10,74 | 35.589,26 |
| **36.1** | 37,52 | 11,74 | 36.088,26 |
| **33.4** | 37,84 | 11,60 | 33.388,40 |
| **34.9** | 37,81 | 10,69 | 34.889,31 |
| **33.6** | 38,22 | 9,59 | 33.590,41 |
| **34.7** | 38,48 | 10,24 | 34.689,76 |
| **35** | 38,49 | 8,94 | 34.991,06 |
| **35** | 38,59 | 10,03 | 34.989,97 |
| **34.9** | 38,89 | 10,03 | 34.889,97 |
| **33.1** | 38,74 | 10,22 | 33.089,78 |
| **35** | 38,96 | 12,56 | 34.987,44 |
| **35** | 38,48 | 10,48 | 34.989,52 |
| **36.6** | 38,98 | 11,57 | 36.588,43 |
| **35.5** | 38,16 | 11,90 | 35.488,10 |
| **34.1** | 39,2 | 12,60 | 34.087,40 |
| **34.6** | 38,43 | 13,08 | 34.586,92 |
| **32.9** | 37,69 | 13,74 | 32.886,26 |
| **36** | 38,05 | 13,33 | 35.986,67 |
| **35.3** | 38,43 | 12,96 | 35.287,04 |
| **34.5** | 39,01 | 11,02 | 34.488,98 |

Sumber: Data PODS *strenght amine Plant-1* PT. XXX Bontang

Hubungan antara Konsentrasi aMDEA terhadap Penyerapan $CO_2$ dapat dilihat pada Grafik 1.




**Grafik 1. Pengaruh Konsentrasi aMDEA terhadap Penyerapan $CO_2$**

Berdasarkan Grafik 1 di atas, dapat dilihat bahwa garis linier menurun yang dimana menandakan hubungan antara konsentrasi *amine* dan penyerapan $CO_2$ berbanding terbalik yang artinya semakin rendah konsentrasi aMDEA maka penyerapan $CO_2$ semakin tinggi. Selain itu, diperoleh nilai koefisien *determinasi* sebesar 0,012 atau 1,2%. Berdasarkan data korelasi angka tersebut masuk dalam kategori sangat lemah yang artinya pengaruh konsentrasi aMDEA sangat lemah terhadap penyerapan $CO_2$.

Berdasarkan hasil analisa dari Reynaldi (2019), menyimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi aMDEA maka semakin baik pula penyerapan $CO_2$. Ariani dkk (2017) menyatakan bahwa efek % promotor yang ditambahkan pada MDEA terhadap % $CO_2$ removal menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah *promotor* yang ditambahkan ke dalam larutan MDEA, semakin banyak gas $CO_2$ yang dapat diserap ke dalam larutan.

Data yang diperoleh pada penelitian berbeda dengan teori yang ada maka, dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi penyerapan $CO_2$ sehingga membuat pengaruh konsentrasi hanya sebesar 1,2%. Beberapa kemungkinan yang menjadi faktor yaitu: 1) adanya perbedaan sistem pengambilan sampel antara $CO_2$ sebelum *diabsorbsi* dengan setelah *absorbsi* di 1C-2. Pengambilan sampel *feed gas* sebelum diproses di 1C-2 *absorber* dengan sistem data berdasarkan analisa laboratorium yang tidak diketahui

waktunya, sedangkan *feed gas* yang telah diproses di 1C-2 *absorber* sistem pengambilan datanya menggunakan *indicator analyzer* yang terdapat di *plant* 2 (E2-AI-3) dengan waktu pengambilan sampel setiap jam 10.00 pm sehingga dicurigai adanya perbedaan kandungan $CO_2$ yang masuk; 2) Kurangnya kebersihan *amine* yang disebabkan proses *regenerasi amine* kurang sempurna; 3) Laju alir *feed gas* yang masuk ke dalam kolom *absorber* 1C-2 sangat tinggi sehingga waktu kontak antara *feed gas* dengan aMDEA berlangsung cepat yang mengakibatkan kurangnya penyerapan $CO_2$.

Selain faktor di atas, perlu adanya pengaturan suhu larutan aMDEA karena apabila suhu larutan aMDEA terlalu rendah akan mengakibatkan *terkondensasinya hydrocarbon* berat dalam *feed gas*. Terjadinya *kondensasi hydrocarbon* berat dalam 1C-2 yaitu pada suhu sekitar 38°C. Adanya lapisan *hydrocarbon* pada permukaan larutan aMDEA dalam 1C-2 dapat menimbulkan *foaming* (busa). Prasetyawan & Nanda (2017) menyatakan bahwa kenaikan temperatur aMDEA berpengaruh terhadap besarnya $CO_2$ yang terserap dan mencapai titik optimum 50 °C >, kemudian akan kembali menurun pada temperatur 60 °C >. Sedangkan semakin tingginya tekanan, maka kelarutan $CO_2$ dalam larutan aMDEA juga semakin besar sehingga kenaikan tekanan akan meningkatkan jumlah penyerapan $CO_2$.

## KESIMPULAN

Pengaruh konsentrasi aMDEA terhadap penyerapan $CO_2$ terbilang lemah atau berpengaruh kecil dikarenakan nilai koefisien *determinasi* sebesar 0,0012 atau 1,2% yang dimana menandakan hubungan tersebut sangat lemah atau berpengaruh kecil.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak yang terlibat dalam pengumpulan data dan penyusunan artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Ariani, A., Chalim, A., Marini, R., Hardyanti, O. S., & Suprapto, S. (2017, October). Efek Konsentrasi Promotor Glisin pada Penangkapan Gas CO2 dengan Larutan Methyldietanolamin (MDEA) Menggunakan Kolom Berpacking. In *Seminar Nasional Rekayasa Proses Industri Kimia* (Vol. 1, pp. 34-39).

Ciptorini, M. H. I., & Arsi, K. (2015). Studi Kinetika Absorpsi Karbon Dioksida Menggunakan Larutan Diethanolamine (DEA) Berpromotor Glycine (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Data Exaquantum E2-AI-3 DCS *Room* Modul II *Operation Department* diakses pada tanggal 6 Januari 2020 di *Control Room* Modul II

Data PODS *strenght amine Plant-1* PT. XXX Bontang

Hartanto, Y. (2017). Simulasi Absorpsi Gas $CO_2$ dengan Pelarut Dietanolamina (DEA) Menggunakan Simulator Aspen Hysys. *Jurnal Integrasi Proses*, *6*(3).

Mulyati, A. H. (2020). EVALUASI KINERJA METHYL DIETHANOL AMINE (MDEA) DALAM PENYERAPAN KANDUNGAN H2S PADA PROSES PENGOLAHAN GAS ALAM. *Ekologia: Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup*, *20*(1), 45-51.

Prasetyawan, I. D., & Nanda, R. D. (2017). Penangkapan CO2 dari Flue Gas dengan Metode Absorpsi Reaktif ke dalam Larutan MDEA Berpromotor Monosodium Glutamate (MSG) menggunakan Tray COlumn (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

Reynaldi. (2019). Laporan Kerja *Operation Department* PT Badak *Natural Gas Liquefaction Section Process Trains*

Sembiring, S., Panjaitan, R. L., Susianto, S., & Altway, A. (2020). Pemanfaatan Gas Alam sebagai LPG (Liquified Petroleum Gas). Jurnal Teknik ITS, 8(2), F206-F211.

Sutanto, K. (2016). Teknologi Membran dalam Pengolahan Gas Alam. Jurnal Teknik Kimia ITB.

Wagiono, dkk. (2014). *Operation Manual Book Process Trains Purification System Plant-1* PT. Badak NGL *Series* 1