



OPTIMASI PENGGUNAAN SOLVEN MDEA (METHYLDIETHANOLAMINE) PADA ABSORPSI GAS CO₂ DENGAN SIMULASI ASPEN HYSYS V.11

Mustika Ridhatul Halimah, Nasrul ZA*, Azhari, Meriatna, Sulhatun

Program Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia,

Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh

Kampus Utama Cot Teungku Nie Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara – 24355

*e-mail: nasrulza@unimal.ac.id

Abstrak

Semua gas alam yang keluar dari sumur mempunyai sifat yang tidak sama. Hal ini disebabkan karena setiap aliran gas mempunyai komposisi yang berbeda-beda. Biasanya, CO₂ dan H₂S serta uap air dalam gas alam dipisahkan sebelum dimasukkan ke dalam proses. Hal ini sangat penting mengingat ketiga gas tersebut bersifat korosif dan beracun. Absorpsi adalah proses pemisahan bahan dari campuran gas dengan cara mengikatnya pada permukaan cairan penyerap yang dilanjutkan dengan proses pelarutan reaksi kimia antara CO₂ dan senyawa amina. Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan Absorpsi CO₂ menggunakan ASPEN HYSYS V.11 serta mengetahui penyerapan CO₂ dan optimasi energi penyerapan. Penelitian ini sudah pernah dilakukan dengan menggunakan suhu solven dan konsentrasi solven terhadap komposisi CO₂/H₂S serta loading CO₂/H₂S pada sweet gas, maka dari itu penelitian kali ini menggunakan tekanan solven dan laju alir solven untuk penyerapan CO₂ maksimal dengan energi yang optimal. Berdasarkan variasi tekanan dan laju alir solven MDEA maka penyerapan CO₂ tertinggi pada tekanan 886.1 psig, laju alir solven 308 m³/h CO₂ yang terserap sebesar 491.738 kmol/h dengan energi 2810000000 Kj/h. Hasil optimasi energi yang didapatkan adalah pada tekanan 886.1 psig dan laju alir solven 155.68 m³/h dengan CO₂ yang terserap sebesar 375.393 kmol/h dengan energi 1459669000 Kj/h.

Kata kunci : Absorpsi, Gas alam, Metildietanolamine, Optimasi energi, Penyerapan CO₂.

DOI : <https://doi.org/10.29103/cejs.v4i3.14893>

1. Pendahuluan

Semua gas alam yang keluar dari sumur mempunyai sifat yang tidak sama. Hal ini disebabkan karena setiap aliran gas mempunyai komposisi yang berbeda-beda. Gas alam biasanya mengandung metana, karbon dioksida, nitrogen, hidrokarbon rantai panjang, dan sejumlah kecil hidrogen sulfida, argon, helium,

oksigen, dan uap air. Biasanya, CO₂ dan H₂S serta uap air dalam gas alam dipisahkan sebelum dimasukkan ke dalam proses. Hal ini sangat penting mengingat ketiga gas tersebut bersifat korosif dan beracun. Gas karbon dioksida (CO₂) bersifat korosif dan dapat merusak komponen dan peralatan pipa. Selain itu, gas CO₂ juga dapat menurunkan nilai kalor gas alam. Dalam kasus LNG (gas alam cair), gas CO₂ perlu dihilangkan, yang dapat membeku pada suhu rendah dan menyebabkan penyumbatan pada sistem perpipaan dan selang di dalam penukar panas.

Absorpsi adalah proses pemisahan bahan dari campuran gas dengan cara mengikatnya pada permukaan cairan penyerap yang dilanjutkan dengan proses pelarutan reaksi kimia antara CO₂ dan senyawa amina. MEA, DEA dan MDEA merupakan pelarut (absorben) yang umum digunakan untuk menyerap CO₂ (Sembiring dkk. 2020). Saat titik beku CO₂ lebih tinggi dibandingkan titik beku metana yaitu -56°C sehingga dapat menyebabkan tersumbatnya pipa perpindahan panas, sehingga digunakan larutan MDEA untuk menyerap CO₂ agar tidak mengganggu pencairan LNG. proses. Suhu bisa mencapai -150 °C.

Umumnya ada tiga jenis larutan amina yang dapat dipilih: amina primer, amina sekunder, dan amina tersier. Amine primer yang langsung bereaksi dengan H₂S, CO₂ dan COS (*carbonyl sulfide*) yaitu *monoethanolamine* (MEA) dan *diglycolamine* (DGA); Amina sekunder yang bereaksi langsung dengan H₂S CO₂ dan beberapa COS yaitu *diethanolamine* (DEA) dan *diisopropanolamine* (DIPA); dan Amina tersier juga bereaksi langsung dengan H₂S, namun secara tidak langsung dengan CO₂ dan COS dalam jumlah kecil yaitu *triethanolamine* (TEA) dan *Methyldiethanolamine* (MDEA) (Mulyati 2020).

Pemilihan jenis amine tergantung pada tujuan proses dan karakteristik jenis penyerap, termasuk selektivitas terhadap H₂S, CO₂, COS, pengendalian kadar air dalam umpan gas, pengendalian kadar air dalam *absorbent*, biaya penyediaan *absorbent* dan stabilitas. Pemilihan *absorbent* tergantung pada kondisi operasi seperti tekanan dan *temperature* dari *feed* gas, komposisinya dan kemurnian dari produk gas yang diinginkan serta penghilangan secara simultan

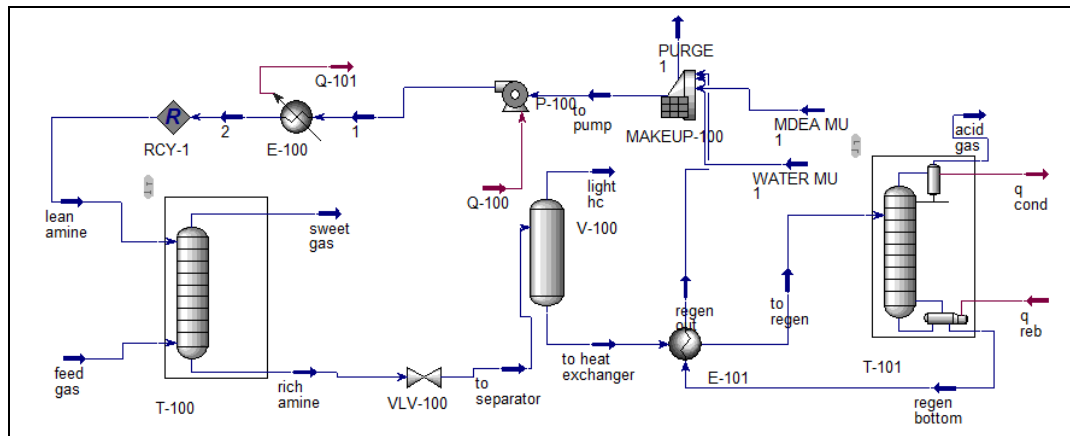
gas H₂S dan CO₂ atau secara selektif hanya menghilangkan satu pengotor (Wagiono, 2014).

Proses pemurnian *feed* gas dari CO₂ dilakukan dengan menggunakan larutan amine dengan cara absorpsi sampai kandungan CO₂ tidak melebihi dari 50 ppm. Keberhasilan pemurnian *feed* gas ini sangat bergantung pada kinerja dan efisiensi kolom absorpsi dalam melakukan proses absorpsi. Karena keberadaan gas CO₂ dalam *feed* gas tidak diinginkan untuk diubah menjadi LNG, maka diperlukan proses penyerapan untuk menghasilkan gas yang benar-benar bersih dengan menggunakan media MDEA.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Numan Aulia ,2021 simulasi absorpsi gas CO₂ menggunakan solven MDEA menggunakan suhu solven dan konsentrasi solven terhadap komposisi CO₂/H₂S serta loading CO₂/H₂S pada sweet gas.. Semakin besar temperatur operasi maka loading CO₂ makin besar dan komposisi CO₂ di sweet gas makin rendah. Untuk itu penelitian kali ini ddigunakan variabel tekanan dan laju alir solven MDEA untuk penyerapan CO₂ maksimal dengan energi yang optimal.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini mensimulasikan suatu proses absorpsi gas CO₂ menggunakan solven MDEA. Alat yang digunakan adalah sebuah komputer PC dengan *software* berupa perangkat lunak ASPEN HYSYS V.11 dan *Design Exert 13*. Variabel tetap pada penelitian ini adalah data komposisi *feed* absorber dan data komposisi *lean amine*. Model simulasi ini ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Simulasi Aspen Hysys Absorpsi Gas Asam

Simulasi ini menggunakan satu kolom serapan untuk memodelkan penyerap. Pada menara absorpsi, gas asam masuk ke menara dari bawah (aliran 1). Sedangkan pelarut alkanolamin (lean amine) masuk ke kolom dari atas (aliran 2). Keluaran menara absorpsi adalah sweet gas yang berada di bagian atas kolom (aliran 3) dan pelarut alkanolamin (kaya amina) di dasar kolom (aliran 4). Variabel yang diamati adalah konsentrasi CO₂ pada gas awal (sweet gas) dan konsumsi energi penyerapan.

3. Hasil dan Diskusi

Hasil penelitian dan pembahasan diarahkan untuk menemukan variasi variabel untuk penyerapan CO₂ yang optimal. Variasi variabel tersebut disimulasi menggunakan aspen hysys V.11. Zat pengotor dari gas alam seperti gas CO₂ harus dimurnikan sebelum gas alam digunakan, karena gas CO₂ dengan beberapa pertimbangan diantaranya mencegah pembekuan CO₂ pada proses pencairannya, *plugging lines*, penurunan efisiensi proses, korosi, serta menjaga kelestarian lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan variasi variabel tekanan dan laju alir dari MDEA untuk memurnikan CO₂ dengan energi yang optimal.

Variabel proses yang dianalisa adalah tekanan dan laju alir MDEA. Data yang diamati yaitu penyerapan CO₂ (kmole/h) dan optimasi energi yang dibutuhkan untuk penyerapan CO₂. Pada proses absorpsi ini diharapkan konsentrasi CO₂ serendah mungkin dengan energi yang optimal.

3.1 Validasi Model Statistik

Validasi hasil prediksi model terhadap data eksperimen dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Validasi hasil prediksi model terhadap data eksperimen

Run	Variabel Bebas		Respon Penyerapan CO2 (Kmol/h)			Respon Energi Penyerapan CO2 (Kj/h)		
	Tekanan (psig)	Laju Alir (m3/h)	Aktual	Prediksi	% error	Aktual	Prediksi	% error
1	633.1	51.33	129.801	453.214	7.4	487000000	505600000	2.9
2	633.1	184.5	378.112	211.601	0.2	1680000000	1883000000	0.2
3	633.1	308	459.297	132.963	0.7	2760000000	3364000000	2.6
4	886.1	51.33	138.749	446.661	5	495000000	512900000	2.7
5	886.1	184.5	415.089	186.266	2.9	1710000000	1910000000	0.3
6	633.1	184.5	378.112	211.601	0.2	1680000000	1883000000	0.2
7	886.1	308	491.738	88.861	2	2810000000	3410000000	2.4
8	386.1	308	394.777	199.564	1.9	2710000000	3309000000	2.4
9	386.1	51.33	116.819	482.267	6.4	475000000	488700000	1.9
10	633.1	184.5	378.112	211.601	0.2	1680000000	1883000000	0.2
11	633.1	184.5	378.112	211.601	0.2	1680000000	1883000000	0.2
12	633.1	184.5	378.112	211.601	0.2	1680000000	1883000000	0.2
13	386.1	184.5	314.502	259.435	4.4	1630000000	1847000000	0.6

Dari Tabel 1 dapat dilihat hasil analisa penyerapan CO₂ tertinggi didapat pada tekanan 886.1 psig, laju alir solven 308 m³/h CO₂ yang terserap sebesar 491.738 kmol/h dengan energi 2810000000 Kj/h. Dari hasil analisa pada tabel 1, maka didapat persamaan untuk penyerapan CO₂ dan konsumsi emergi penyerapan masing – masing adalah sebagai berikut :

$$Y_1 = -100.81575 + 0.277016A + 2.52041B + 0.000592AB - 0.000187A^2 - 0.004588B^2 \dots\dots\dots (1)$$

- Dimana :
- Y₁ = Penyerapan CO₂
 - A = Tekanan solven
 - B = Laju alir solven

$$Y_2 = -1.87E+07 + 1.21E+05A + 8.69E+06B + 597.71198AB -82.04947A^2 - 605.03022B^2 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana : Y_2 = Energi yang dibutuhkan
 A = Tekanan solven
 B = Laju alir solven

3.2 Analysis Of Variance (ANOVA)

Analysis Of Variance (ANOVA) untuk penyerapan CO₂ dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Analisis ANOVA Respon Penyerapan Gas CO₂

sumber keragaman	jumlah kuadrat	derajat bebas	Mean kuadrat	F hitung	Nilai P Prob>F	Keterangan
Model	187300.0	5.0	37466.4	431.0	< 0.0001	significant
A-pressure	7922.3	1.0	7922.3	91.1	< 0.0001	
B-flow	153900.0	1.0	153900.0	1770.3	< 0.0001	
AB	1441.4	1.0	1441.4	16.6	0.0	
A ²	377.2	1.0	377.2	4.3	0.1	
B ²	15718.1	1.0	15718.1	180.8	< 0.0001	
Residual	608.5	7.0	86.9			
Lack of Fit	608.5	3.0	202.8			
Pure Error	0.0	4.0	0.0			
Cor Total	187900.0	12.0				
Std. Dev.	9.32	R ²			0.9968	
Mean	334.72	Adjusted R ²			0.9944	
C.V.%	2.79	Predicted R ²			0.9673	
		Adeq Precision			62.0436	

Nilai Model F sebesar 431,02 menunjukkan bahwa model tersebut signifikan. Hanya ada kemungkinan 0,01% bahwa nilai F sebesar ini dapat terjadi karena kebisingan.

Nilai P yang kurang dari 0,0500 menunjukkan bahwa model tersebut signifikan. Dalam hal ini A, B, AB, B² merupakan suku model signifikan. Nilai yang lebih besar dari 0,1000 menunjukkan ketentuan model tidak signifikan. Jika

terdapat banyak istilah model yang tidak signifikan (tidak termasuk istilah yang diperlukan untuk mendukung hierarki), pengurangan model dapat meningkatkan model Anda.

Analysis Of Variance (ANOVA) untuk energi penyerapan CO₂ dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Analisis ANOVA Respon konsumsi energi Penyerapan Gas CO₂

sumber keragaman	jumlah kuadrat	derajat bebas	Mean kuadrat	F hitung	Nilai P Prob>F	Keterangan
Model	7.76E+18	5	1.55E+18	1.09E+05	< 0.0001	significant
A-pressure	5.79E+15	1	5.79E+15	404.58	< 0.0001	
B-flow	7.74E+18	1	7.74E+18	5.41E+05	< 0.0001	
AB	1.47E+15	1	1.47E+15	102.88	< 0.0001	
A ²	7.26E+13	1	7.26E+13	5.08	0.059	
B ²	2.73E+14	1	2.73E+14	19.1	0.0033	
Residual	1.00E+14	7	1.43E+13			
Lack of Fit	1.00E+14	3	3.34E+13			
Pure Error	0	4	0			
Cor Total	7.76E+18	12				
Std. Dev.	3.78E+06	R ²			1	
Mean	1.65E+09	Adjusted R ²			1	
C.V.%	0.2291	Predicted R ²			0.9999	
		Adeq Precision			908.2901	

Nilai F Model sebesar 108452,67 menunjukkan bahwa model tersebut signifikan. Hanya ada kemungkinan 0,01% bahwa nilai F sebesar ini dapat terjadi karena kebisingan. Nilai P yang kurang dari 0,0500 menunjukkan bahwa model tersebut signifikan. Dalam hal ini A, B, AB, B² merupakan suku model signifikan. Nilai yang lebih besar dari 0,1000 menunjukkan ketentuan model tidak signifikan. Jika terdapat banyak istilah model yang tidak signifikan (tidak termasuk istilah yang diperlukan untuk mendukung hierarki), pengurangan model dapat meningkatkan model.

3.3 Uji Kelayakan Model *Quadratic*

Uji kelayakan penyerapan CO₂ dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Data Model *Quadratic* pada Penyerapan CO₂

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Value	Prob > F	Keterangan
<i>Sequential Model Sum of Squares</i>						
<i>Mean vs Total</i>	1456000	1	1456000			
<i>Linear vs Mean</i>	164900	2	82449	36	< 0.0001	
<i>2FI vs Linear</i>	1440	1	1440	1	0	
<i>Quadratic vs 2FI</i>	20995	2	10497	121	< 0.0001	Suggested
<i>Cubic vs Quadratic</i>	596	2	298	119	< 0.0001	Aliased
<i>Residual</i>	13	5	3			
Total	1644000	13	126500			
<i>Model Summary Statistics</i>						
Source	Std Dev	R ²	Adj R ²	Pred R ²	PRESS	Keterangan
Linear	48	0.8774	0.8529	0.7499	47006.39	
2FI	48.99	0.8851	0.8467	0.5035	93303.99	
Quadratic	9.32	0.9968	0.9944	0.9673	6147.05	Suggested
Cubic	1.58	0.9999	0.9998	0.9922	1462.09	Aliased

Uji kelayakan Energi penyerapan CO₂ dapat dilihat pada Tabel 5.

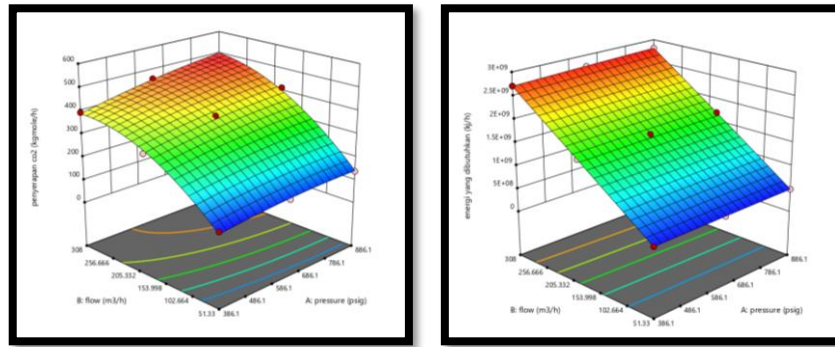
Tabel 5 Data Model *Quadratic* pada Energi Penyerapan CO₂

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Value	Prob > F	Keterangan
<i>Sequential Model Sum of Squares</i>						
Mean vs Total	3.54E+19	1	3.54E+19			
Linear vs Mean	7.76E+18	2	3.88E+18	18450.32	< 0.0001	
2FI vs Linear	1.47E+15	1	1.47E+15	21.02	0.0013	
Quadratic vs 2FI	5.30E+14	2	2.65E+14	18.53	0.0016	Suggested
Cubic vs Quadratic	4.57E+13	2	2.29E+13	2.1	0.218	Aliased
Residual	5.45E+13	5	1.09E+13			
Total	4.32E+19	13	3.32E+18			
<i>Model Summary Statistics</i>						
Source	Std Dev	R ²	Adj R ²	Pred R ²	PRESS	Keterangan
Linear	1.45E+07	0.9997	0.9997	0.9993	5.37E+15	
2FI	8.37E+06	0.9999	0.9999	0.9997	2.25E+15	
Quadratic	3.78E+06	1	1	0.9999	8.24E+14	Suggested
Cubic	3.30E+06	1	1	0.9992	6.36E+15	Aliased

Berdasarkan seluruh metode evaluasi model, dapat diambil sebuah kesimpulan bahwa model yang terpilih untuk menjelaskan hubungan antara tekanan dan laju alir solven MDEA terhadap penyerapan CO₂ dan energi penyerapan CO₂ adalah model kuadrat. Model kubik yang dibeberapa kriteria memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan model kuadrat tidak disarankan oleh software RSM dikarenakan model kubik tidak sesuai untuk model rancangan dua variabel.

3.4 Pengaruh Tekanan dan Laju Alir Solven MDEA Terhadap Penyerapan CO₂ dan Energi Penyerapan CO₂

Adapun pengaruh tekanan dan laju alir solven MDEA terhadap penyerapan CO₂ dan Energi Penyerapan CO₂ dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2 Grafik permukaan untuk (kiri) penyerapan CO₂ dan (kanan) Energi Penyerapan CO₂ terhadap tekanan dan laju alir solven MDEA.

Semakin meningkatnya tekanan dan laju alir absorbent maka semakin meningkatnya CO₂ terserap dan energi yang dibutuhkan untuk menyerap CO₂. Pada titik terendah tekanan 386.1 psig dan laju alir solven 51.33 m³/h CO₂ yang terserap sebesar 116.819 kmol/h dengan energi 475000000 Kj/h. Pada titik tertinggi tekanan 886.1 psig, laju alir solven 308 m³/h CO₂ yang terserap sebesar 491.738 kmol/h dengan energi 2810000000 Kj/h.

3.5 Optimasi Respon Penyerapan CO₂ Dan Konsumsi Energi Penyerapan CO₂

Parameter yang diberikan untuk masing-masing variabel bebas dan variabel terikat menghasilkan nilai range yang optimal dari penelitian yang telah dilakukan. Parameter dan kondisi batas pada masing-masing variabel bebas dan variabel terikat dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Parameter dan Kondisi Batas pada Variabel Bebas dan Variabel terikat

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit
A:pressure	is in range	386	886
B:flow	is in range	51	308

penyerapan CO ₂	Maximize	117	492
energi yang dibutuhkan	Minimize	475003000	2806010000

Dari variabel dan kondisi batas pada setiap variabel bebas dan variabel terikat yang telah disajikan pada Tabel 6, maka didapatkan nilai yang optimal dari penelitian ini. Analisa optimasi pada adsorben pelepah nipah teraktivasi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Analisa Optimasi penyerapan CO₂ dan konsumsi energi minimum penyerapan CO₂

Tekanan	Laju Alir	Penyerapan CO ₂	Konsumsi Energi	Desirability
886.1	155.68	360.58	1444750112,64	0,953

Dari hasil optimasi dapat dilihat bahwa variabel bebas memberikan nilai respon optimal adalah pada tekanan 886.1 psig dan laju alir solven 155.68 m³/h . Sedangkan untuk nilai desirability-nya adalah 0.953. Nilai desirability adalah nilai fungsi yang bertujuan untuk optimasi yang mengidentifikasi bahwa program tersebut memenuhi kriteria berdasarkan kriteria yang ditentukan pada produk akhir. Nilai *desirability* yang mendekati 1 mengidentifikasi bahwa kemampuan program dalam menghasilkan produk yang baik semakin meningkat.

Verifikasi model optimum dari DX13 diperlukan untuk menguji keakuratan model dalam menggambarkan kondisi empiris. Verifikasi dilakukan dengan cara membandingkan hasil prediksi dengan hasil penelitian yang terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil Verifikasi Prediksi Model dari DX13

Variabel	Nilai Optimum DX13	Penyerapan CO ₂		Energi Yang Dibutuhkan	
		Aktual	Prediksi	Aktual	Prediksi
Tekanan	886.1	375.393	360.584	1459669000	1444750113
Laju Alir	155.68				

% error	4.1	1.1
---------	-----	-----

Berdasarkan Tabel 8 dapat dilihat nilai penyerapan CO₂ yang didapatkan dari hasil penelitian memiliki simpangan sebesar 4.1% dan nilai Energi yang dibutuhkan untuk absorpsi CO₂ memiliki simpangan sebesar 1.1%. Perbedaan hasil prediksi dan hasil penelitian (aktual) dapat terjadi karena hal-hal teknis saat penelitian namun perbedaan yang terjadi sangat kecil sekali. Hasil verifikasi kondisi optimum dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil verifikasi kondisi optimum

Analysis	Prediksi	95% PI low	Data Mean	95% PI high
Penyerapan CO ₂	364.77	337.798	375.393	391.741
Energi yang dibutuhkan	1.47E+09	1457370000	1460000000	1479250000

Keseluruhan data hasil verifikasi dari penyerapan CO₂ dengan energi optimum, menunjukkan bahwa semua nilai respon berada di kisaran 95% PI low dan 95% PI high.

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Tekanan dan laju alir solven MDEA memiliki pengaruh terhadap respon Penyerapan CO₂ dan energi Penyerapan CO₂. Semakin meningkatnya tekanan dan laju alir absorben maka semakin meningkatnya CO₂ terserap dan energi yang dibutuhkan untuk menyerap CO₂. Nilai respon optimasi energi yang didapatkan adalah pada tekanan 886.1 psig dan laju alir solven 155.68 m³/h dengan CO₂ yang terserap sebesar 375.393 kmol/h dengan energi 1459669000 Kj/h.

5. Daftar Pustaka

- Aydar, A.Y. 2018. *Utilization of Response Surface Methodology in Optimization of Extraction Of Plant Materials*. Janeza Trdine. Croatia
- Ciptorini, M. H. I., & Arsi, K., 2015, *Studi Kinetika Absorpsi Karbon Dioksida Menggunakan Larutan Diethanolamine (Dea) Berpromotor Glycine*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Farooq, Z., Rehman, S., Abid, M. 2013. *Application of response surface methodology to optimize composite flour for the production and enhanced storability of leavened flat bread (Naan)*. Journal of Food Processing and Preservation.
- Hartanto, Y. , Putranto, A., & Cynthia, S., 2017, *Simulasi Absorpsi Gas Co2 Dengan Pelarut Dietanolamina Menggunakan Simulator Aspen Hysys*, Jurnal Integrasi Proses, 6(3), 100–103.
<https://doi.org/10.36055/jip.v6i3.893>
- Kurniati, Y., & Qomariyah, L., 2018, *Prediksi Solubilitas (Absorpsi) Gas Co2 Dalam Larutan Potassium Karbonat (K₂CO₃) Dan Mdea Menggunakan Simulasi Aspen*, Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan, 2(1), 1–10
<https://doi.org/10.33795/jtkl.v2i1.19>
- Megawati, Eka, Yuniarti. Achmad Fadlih. Analisa Pengaruh Dan Hubungan Temperatur Amine, Tekanan Feed Gas Dan Laju Alir Feed Gas Terhadap Penyerapan Co2 Pada Unit 1c-2 Absorber (Studi Kasus Pt. Xyz). Jurnal al-Kimiya, Vol. 7, No. 2 (82-87) <https://doi.org/10.15575/ak.v7i2.9361>
- 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.
<https://doi.org/10.33751/ekologia.v20i1.1986>
- Numan, Haris. (2022). *Simulasi Aspen Hysys Pada Kolom Absorpsi Gas Co2 Dengan Solven Metildietanolamine (Mdea)*. Jurnal Teknologi Technoscintia <https://doi.org/10.34151/technoscintia.v14i2.3579>
- Pramesti, Anindita, Dan Risti, Dian, P., (2012). *Simulasi Dan Studi Optimasi Unit Co2 Removal Stasiun Pengumpul Gas (Spg) Merbau PT Pertamina Ep Region Sumatera Field Prabumulih*. Politeknik Negeri Bandung 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 <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.47079>
- Sutanto, A.H. Mulyati, & Hermanto, 2020, *Evaluasi Kinerja Methyl Diethanol Amine (Mdea) Dalam Penyerapan Kandungan H₂s Pada Proses Pengolahan Gas Alam*, Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar Dan Lingkungan Hidup, 20(1), 45–51. <https://doi.org/10.33751/ekologia.v20i1.1986>
- Wagiono. (2014). *Operation Manual Book Process Trains Purification System Plant-1 PT. Badak NGL Series 1*