

EVALUASI KINERJA METHYL DIETHANOL AMINE (MDEA) DALAM PENYERAPAN KANDUNGAN H₂S PADA PROSES PENGOLAHAN GAS ALAM

Sutanto^{1*}, Ade Heri Mulyati¹, Hermanto¹

¹Program Studi Kimia, FMIPA, Universitas Pakuan, Bogor.

*e-mail: sutanto@unpak.ac.id

diterima: 31 Januari 2020; direvisi: 18 Februari 2020; disetujui: 28 Maret 2020

ABSTRAK

Pengeboran gas alam mengandung uap air (H₂O) dan gas kontaminan seperti CO₂ dan H₂S yang harus dihilangkan karena mengurangi nilai kalori produk. Gas H₂S juga merupakan peralatan yang korosif dan mudah rusak sehingga meningkatkan biaya perawatan. Proses menghilangkan gas CO₂ dan H₂S menggunakan MDEA (methyl diethanolamine). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi optimal dan laju aliran absorben metil dietanolamin (MDEA) untuk menyerap H₂S dalam aliran gas tanaman I dalam Energy Equity Epic (Sengkang) Pty.Ltd. Penelitian ini dilakukan dengan laju alir penyerap campuran MDEA yang mantap (50% amina murni dan 50% air demineralisasi) ditetapkan pada 13 US Galon per menit yang mengalir terus menerus di lubang masuk penyerap atas, laju aliran gas asam, di bagian bawah penyerap. masuk dengan variasi dalam aliran gas yaitu 7,9,11,13,15,17 MMSCFD dan dihubungi dengan solusi amina counter-current. Gas alam murni (gas manis) dihasilkan dari outlet kolom penyerap teratas dengan kandungan H₂S di bawah 10 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar laju aliran masuk gas, semakin besar gas asam diserap. Jumlah gas yang masuk dan keluar gas mengikuti persamaan $y = 0,003 x - 2,2537$. Kemampuan larutan amina untuk menyerap H₂S mengikuti persamaan logaritmik $y = 0,167 \ln (x) + 101,02$ dengan nilai $R = 0,9857$, y adalah H₂S yang diserap oleh larutan amina dan x adalah laju H₂S.

Kata Kunci: Gas Alam, H₂S, kadar Amine, MDEA (*methyl diethanol amine*).

PERFORMANCE EVALUATION OF METHYL DIETHANOL AMINE (MDEA) IN THE ABSORPTION OF H₂S CONTENT IN THE NATURAL GAS PROCESSING

ABSTRACT

Drilling natural gas contains water vapor (H₂O) and contaminant gases such as CO₂ and H₂S which must be removed because it reduced the calorie value of the product. H₂S gas is also corrosive, easily damaging equipment so that it increased maintenance costs. The process of removing CO₂ and H₂S gas uses MDEA (methyl diethanolamine). This study aims to determine the optimal concentration and flow rate of absorbent methyl diethanolamine (MDEA) to absorb H₂S in the plant I gas flow in Energy Equity Epic (Sengkang) Pty.Ltd. The study was carried out with a steady MDEA mix absorbent flow rate (50% pure amine and 50% demineralization water) fixed at 13 US Gallons per minute flowing continuously at the upper absorber inlet, sour gas flow rate, at the bottom of the absorber inlet with variations in the flow gas namely 7,9,11,13,15,17 MMSCFD and is contacted with amine solution counter-current. Purified natural gas (sweet gas) produced from the top absorber column outlet with an H₂S content below 10 ppm. The results showed that the greater the flow rate of gas inlet, the greater the acid gas absorbed. The amount of gas entering and exiting gas follows the equation $y = 0.003 x - 2.2537$. The ability of the amine solution to absorb H₂S follows the logarithmic equation $y = 0.167 \ln (x) + 101.02$ with a value of $R = 0.9857$, y is H₂S absorbed by the amine solution and x is the H₂S rate.

Key words: Natural Gas, CO₂, H₂S, MDEA (*methyl diethanol amine*), amine content.

PENDAHULUAN

Gas alam seperti juga minyak bumi adalah bahan bakar fosil yang merupakan senyawa hidrokarbon (C_nH_{2n+2}) dan terdiri dari campuran beberapa macam gas hidrokarbon yang mudah terbakar dan non-hidrokarbon seperti N_2 , CO_2 dan H_2S . Umumnya gas yang terbentuk sebagian besar dari metana (CH_4), dan dapat juga etana (C_2H_6) dan propana (C_3H_8). Kandungan gas alam didominasi oleh gas metana mencapai antara 70-90%, CO_2 0-8% dan H_2S 0-5 % (Mia Afsana, 2015).

Berdasarkan Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, 2008, gas alam digolongkan sebagai berikut :

- Sweetgas* adalah gas alam atau gas bumi yang sudah bersih (*sweet*), yang tidak mengandung atau relatif kecil mengandung impurities dan gas-gas kontaminan seperti H_2O dan CO_2 .
- Sour gas* yaitu gas alam atau gas bumi yang belum mengalami proses purifikasi atau yang belum bersih, yang masih mengandung impurities dan gas-gas ikutan atau kontaminan seperti H_2O dan CO_2 .
- Wet gas* yaitu gas alam yang mengandung bensin alam (*Natural Gasoline*) dalam jumlah yang berarti.
- Dry gas* yaitu gas alam atau gas bumi yang komponen utamanya metana tidak mengandung gasoline.

Menurut Campbell, (1988), dalam proses pemurnian gas alam melalui beberapa tahapan, yaitu Proses pemisahan atau separasi, Proses Penyaringan atau filterisasi, Proses pemurnian atau purifikasi, Proses penghilangan kandungan H_2O atau dehidrasi

Dalam gas alam yang masih mengandung kontaminan *Hidrogen sulfida* (H_2S) harus dihilangkan karena akan berpengaruh terhadap kualitas gas alam maupun terhadap kuantitasnya. Dari segi kuantitasnya, kandungan *Hidrogen Sulfida* dalam gas alam relatif kecil terutama gas alam dari Indonesia, maka pengaruhnya terhadap kuantitas gas alam juga kecil.

Tetapi dari segi kualitas, bila kandungan gas *Hidrogen sulfida* tinggi, akan menurunkan nilai kalori dari gas alam tersebut. Hal ini akan berpengaruh terhadap panas pembakaran dari produk yang dihasilkan, misalnya *Liquefied Petroleum Gas* (LPG), *Liquefied Natural Gas* (LNG), dan *Compressed Natural Gas* (CNG). Gas H_2S juga bersifat korosif, maka akan dengan mudah merusak peralatan proses, sehingga menambah biaya pemeliharaan. Karena Gas H_2S sifatnya berbau sehingga menimbulkan bau pada produk yang dihasilkan. (PI Migas 2016; Austin, 1996)

Pemilihan larutan *amine* yang tepat untuk digunakan secara garis besar meliputi 3 jenis: Primer, sekunder, dan tersier amine. Dari keadaan tersebut maka belakangan ini yang digunakan atau yang dikembangkan adalah *Methyl Diethanol Amine* (MDEA).

Proses pengolahan gas alam yang dilakukan pada Energy Equity Epic Sengkang Pty.Ltd melalui beberapa tahapan proses, yaitu *metering*, *separator*, *coalescing filter*, *amine contactor* dan *TEG contactor* (Alpen, 2013). Untuk memperoleh gas murni, maka dilakukan proses penghilangan kandungan gas CO_2 dan H_2S menggunakan bahan kimia MDEA (*methyl diethanol amine*) dalam sebuah bejana tertutup yang disebut *contactor* sehingga terjadi kontak dengan aliran gas. Larutan *amine* akan menyerap H_2S , setelah terjadi *absorpsi*, partikel amine menjadi lebih berat dan turun ke dasar *contactor* yang nantinya akan di regenerasi kembali (Aliabad dan Mirzaei, 2009).

Efisiensi guna menekan pembiayaan pada proses produksi, dan dampak terhadap kualitas produk yang dihasilkan, dari penggunaan MDEA (*methyl diethanol amine*) perlu dipelajari.

Untuk dapat mengetahui unjuk kerja absorber oleh MDEA (*methyl diethanol amine*) pada *contactor* V-104 dan penghilangan kandungan H_2S dari gas alam akan dilakukan studi kondisi operasi adsorpsi tersebut. Untuk mendapatkan data-data lapangan yang berhubungan dengan topik permasalahan ini digunakan cara

observasi langsung dan akan di pelajari pula setiap faktor yang dapat mempengaruhi keadaan tersebut. Tujuan pada penelitian ini adalah menentukan konsentrasi dan laju alir absorben *methyl diethanol amine* (MDEA) optimal untuk mendapatkan hasil yang terbaik dalam menyerap H₂S pada aliran gas plant I di Energy Equity Epic (Sengkang) Pty.Ltd.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Energy Equity Epic (Sengkang) Pty.Ltd di Dusun Kampung Baru, Desa Poleonro Kecamatan Gilireng yang berjarak 33 km dari kota Sengkang Kabupaten Wajo Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan bulan Oktober 2018.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain, *absorber column* (*contactor* V-104), *dreger tube* (range 0.2 - 5 ppm dan 2-10 ppm), *Positif Displacement pump*. Capacity: 50.3 USGPM @ 1200 psig. Analog pH meter/301, Gelas Piala 100 ml, *Magnetic stirrer*, *Hydrometer*, Gelas ukur 100 ml, 500 ml dan 1000 ml, *Termometer*, Kertas tisu, Pipet ukur, Erlenmeyer 250 ml, Gelas Beaker 250 ml, Labu ukur 500 ml, Buret 50 ml dan 100ml, alat pengaduk, *Hydrogen Sulfide Test Kit*, Gas chromatograph. Bahan yang di gunakan dalam penelitian ini antara lain, *Absorber methyl diethanol amine* (MDEA), *Demine water*, Natural gas (gas alam) dengan kandungan H₂S 500 ppm, Larutan H₂SO₄ 0,1 N, Indicator Methyl red, Larutan Standart pH : 7,0 atau pH : 10,0. Gas carrier Helium. Gas Kalibrasi.

Metode Penelitian

Untuk menghilangkan kandungan H₂S dari gas alam digunakan proses absorpsi kimia dengan larutan *methyl diethanolamine* atau biasa di sebut juga dengan MDEA untuk menanggulangi kosentrasi H₂S sehingga di bawah 10 ppm sesuai dengan persyaratan permintaan konsumen. Pada penelitian ini akan dilihat bagaimana pengaruh perubahan laju alir gas

alam terhadap kemampuan konsentrasi MDEA untuk menanggulangi kandungan H₂S dalam gas alam.

Data-data yang digunakan adalah data dari lapangan gas. Langkah selanjutnya adalah melakukan studi sensitivitas dengan merubah variasi gas alir di *inlet absorber* bagian bawah dan *flow* aliran amine konstan pada *inlet absorber* bagian atas, sehingga dapat melihat hubungan dari kedua parameter tersebut. Dari hubungan kedua parameter tersebut kemudian dapat dipilih kondisi optimal konsentrasi MDEA yang dapat digunakan untuk lapangan gas atau Plant I di Energy Equity Epic Sengkang Ltd. Variabel yang di gunakan dalam penelitian ini terdiri dari variabel tetap dan variabel bebas. Variabel tetap dalam penelitian ini adalah laju alir absorben MDEA yaitu 13 US Galon permenit. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah laju alir gas, yaitu 7,9,12,15 dan 17 MMSCFD.

Dalam melakukan penelitian ini variabel variabel yang harus di ketahui ialah: Temperatur *contactor*, Tekanan gas alam pada *contactor*, Laju alir gas alam, Laju alir amine, Kadar amine, Komposisi aliran gas masuk dan gas keluar pada proses.tahapan yang harus dilakukan adalah: mengalirkan gas alam ke *contactor* dengan variasi laju alir 7 MMSCFD selama 5 jam untuk menyakinkan bahwa aliran sudah stabil dan dapat diambil datanya.

Mengambil data dengan mengukur kandungan konsentrasi H₂S dengan menggunakan *drager chip* atau *drager tube* pada aliran masuk dan keluar *contactor* tiap kali ada perubahan variasi aliran gas, mengukur tekanan, temperatur pada *contactor*. Mengatur laju alir amine mix (50% *pure amine* dan 50% *demin water*) dengan kecepatan laju alir tetap yaitu 13 USG/M untuk masing masing variasi gas rate (Thermo Design Engineering, 2012).

Metode Analisis

Metode analisis antara lain, Penentuan pH *lean amine*, Pengukuran *spesifik gravity*, Penentuan *amine strength* (kadar amine)

dalam larutan. Mengukur komposisi gas dengan *Gas Chromatograph*.

Perhitungan

Untuk mengetahui kadar optimal penggunaan MDEA dapat diketahui dengan melakukan perhitungan:

Laju alir total MDEA = laju alir peyerapan MDEA terhadap H₂S + laju alir penyerapan MDEA terhadap CO₂

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Percobaan dan Prakiraan Kebutuhan MDEA

Dengan mengalirkan gas alam ke contactor dengan variasi laju alir gas 7, 9,11,13,15 dan 17 MMSCFD. Kebutuhan MDEA sebagai penyerap gas asam dapat diketahui dengan melakukan variasi laju alir tersebut. Berikut data rata-rata dari pengamatan pada Amine Contactor V-104.

Tabel 1. Rata-rata Data Pengamatan Pada Amine Contactor V-104

Tanggal	Laju Alir Gas (MMSCFD)	Laju Alir Amine (USGPM)	H ₂ S in (PPM)	H ₂ S out (PPM)	CO ₂ in (mol)	CO ₂ out (mol)	Temperatur (°F)	Tekanan (Psig)
16-Agu-18	7,091	13,03	389	0,1	0,3	0,1405	92,8	544,9
22-Agu-18	9,023	13,02	422	0,4	0,3	0,1405	92,5	543,3
28-Agu-18	11,045	13,04	426	0,5	0,3	0,1405	93	529,7
18-Sep-18	13,039	13,03	422	0,6	0,3	0,1405	93	550,8
24-Sep-18	15,018	13,06	427	0,7	0,3	0,1405	93	509,4
15-Okt-18	17,007	13,02	414	0,8	0,3	0,1405	93	508,3

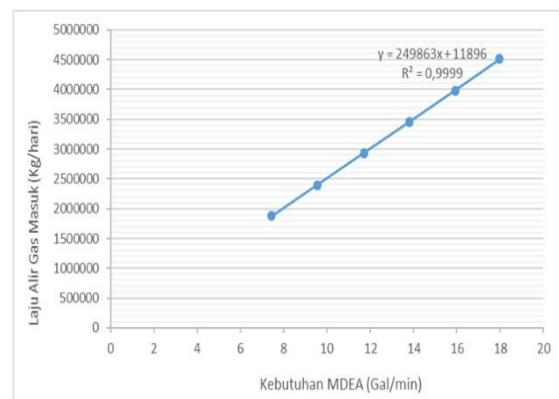
Dengan mengatur laju alir amine mix (50% pure amine dan 50% demin water) dengan kecepatan laju alir tetap yaitu 13 USG/M untuk masing masing variasi gas rate. Dan untuk mengetahui kadar optimal penggunaan MDEA sebagai pengikat gas alam dapat diketahui dengan melakukan perhitungan. Dari hasil perhitungan maka diperoleh hasil kebutuhan MDEA untuk menyerap gas asam pada gas alam tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan MDEA sebagai Penyerap Gas Asam

Tanggal	Laju Alir Gas Masuk (Kg/hari)	Massa Gas Asam Terabsorpsi (Kg/hari)	Kebutuhan MDEA (Gal/min)	Kebutuhan MDEA (Kg/hari)
16-Agu-18	1881639,396	8732,9844	7,4381	42283,6900
22-Agu-18	2394307,188	4828,3599	9,5571	54329,9014
28-Agu-18	2930857,020	5921,7966	11,7123	66581,6508
18-Sep-18	3459976,884	6976,6974	13,8100	78506,6676
24-Sep-18	3985116,408	8055,1158	15,9291	90553,1603
15-Okt-18	4512909,492	9062,8248	17,9689	102149,1807

Hubungan antara laju alir gas masuk dengan kebutuhan MDEA ditunjukkan dalam bentuk grafik yaitu pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi laju alir gas masuk maka semakin besar kebutuhan MDEA. Hal ini disebabkan semakin tinggi laju alir gas masuk maka semakin banyak gas asam yang harus diserap.

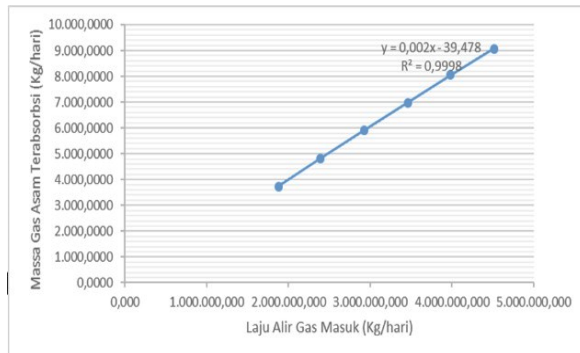


Gambar 1. Grafik laju alir penyerapan MDEA vs laju alir gas masuk pada Contactor.

Laju alir gas masuk selalu berubah sesuai permintaan konsumen, namun laju alir MDEA yang digunakan oleh perusahaan untuk setiap laju alir gas masuk adalah konstan sekitar 13,81 gal/min (78.506,6676 kg/hari). Hal tersebut menyebabkan semakin tinggi laju alir gas masuk maka penyerapan gas asam kurang optimal dengan menggunakan laju alir MDEA yang sama.

Hubungan antara Laju Gas Masuk vs Massa Gas Asam Terabsorbs pada Contactor

Gas asam meliputi H₂S dan CO₂ yang berada dalam aliran gas masuk yang di serap oleh MDEA. Hubungan antara laju alir gas masuk terhadap gas asam yg terserap di contactor ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik massa gas asam teradsorbsi vs laju alir gas masuk

Jika laju alir gas yang rendah, maka MDEA lebih optimal dalam menyerap gas asam, namun laju alir MDEA menjadi boros. Jika dilihat dari tabel pada laju alir 1.881.639,396 kg/hari, maka semestinya laju alir MDEA sebesar 7.4381 gal/min (42.283,6900 kg/hari) sudah cukup untuk menyerap gas asam tersebut . Maka laju alir gas yang semestinya digunakan oleh perusahaan untuk laju alir MDEA 13,81 gal/min (78.506,6676 kg/hari) sebanyak 3.459.976,884 kg/hari.

Kemampuan Penyerapan Gas Asam

Untuk menentukan kemampuan penyerapan gas asam dapat dilakukan dengan mengetahui massa gas masuk dan massa gas keluar amine contactor. Selain itu dengan mengetahui massa gas masuk dan massa gas keluar amine contactor maka dapat dihitung massa gas yang teradsorbsi pada amine contactor. Berdasarkan hasil perhitungan dapat dilihat kemampuan penyerapan MDEA terhadap gas asam sebagai berikut.

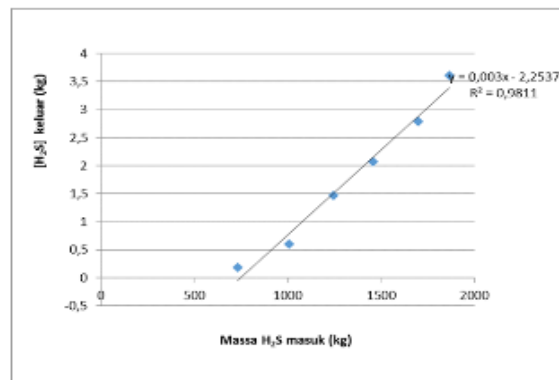
Tabel 3. Kemampuan penyerapan MDEA terhadap gas asam

Flowrate Gas Masuk (Kg)	Massa H ₂ S Masuk (Kg)	Massa H ₂ S Keluar (Kg)	Massa CO ₂ Masuk (Kg)	Massa CO ₂ Keluar (Kg)	H ₂ S Terabsorbsi (Kg)	CO ₂ Terabsorbsi (Kg)	Kemampuan Penyerapan H ₂ S (%)	Kemampuan Penyerapan CO ₂ (%)
1881639,396	731,958	0,188	5644,918	2643,703	731,770	3001,215	99,974	53,167
2394307,188	1.010,398	0,958	7182,922	3364,002	1.009,440	3818,920	99,905	53,167
2930857,020	1.248,545	1,465	8792,571	4117,854	1.247,080	4674,717	99,883	53,167
3459976,884	1.460,110	2,076	10379,931	4861,268	1.458,034	5518,663	99,858	53,167
3985116,408	1.701,645	2,790	11955,349	5399,089	1.698,855	6356,261	99,836	53,167
4512909,492	1.868,345	3,610	13538,728	6340,638	1.864,734	7198,091	99,807	53,167

Kemampuan penyerapan MDEA terhadap gas asam masih sangat optimal terlihat dari tabel diatas yang nilainya masih diatas 99%.

Perbandingan H₂S yang masuk dengan H₂S yang Keluar pada Contactor

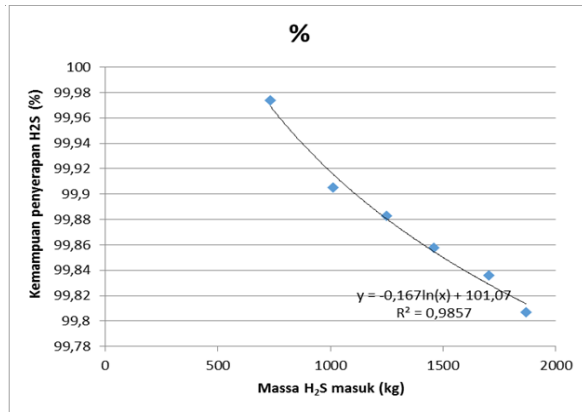
Gas H₂S yang berada didalam perut bumi masih memiliki kadar yang sangat tinggi sehingga dibutuhkan suatu proses pengolahan untuk mengurangi kadar gas tersebut. Perlunya penurunan kadar H₂S sesuai dengan kebutuhan pasar dan standar yang digunakan. Berikut perbandingan gas H₂S yang masuk kedalam contactor dan yang sudah melewati proses pengolahan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kadar H₂S yang masuk dan keluar pada Contactor

Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar H₂S yang masuk berbanding lurus dengan gas H₂S yang keluar. Hal ini disebabkan

karena lajur alir gas berbeda beda. Proses penurunan kadar gas H₂S telah menunjukkan hasil bahwa kadar H₂S tidak melebihi 10 ppm



Gambar 4. Persentase Penyerapan Gas H₂S

Kemampuan penyerapan MDEA terhadap gas asam masih sangat optimal terlihat dari grafik pada Gambar 4. yang mempunyai nilai masih di atas 99%, itu menandakan bahwa proses pengolahannya berjalan dengan baik.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan perhitungan yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- Kemampuan penyerapan MDEA terhadap gas asam yaitu 99,9% untuk H₂S dan 53% untuk CO₂.
- Penggunaan laju alir MDEA 13,81 gal/min (78.506,6676 kg/hari) dapat digunakan untuk laju alir gas masuk sebesar 3.459.976,884 kg/hari untuk menghemat penggunaan MDEA.
- Semakin besar laju alir gas masuk, gas asam yang diserap semakin besar. Besarnya gas masuk dan gas keluar mengikuti persamaan $y = 0,003 x - 2,2537$. Kemampuan larutan MDEA menyerap H₂S mengikuti persamaan logaritma $y = 0,167 \ln(x) + 101,02$ dengan nilai $R = 0,9857.4$, y adalah H₂S yang terserap dan x adalah laju H₂S yang dimasukkan.

Saran

Berdasarkan perhitungan dan pengamatan yang dilakukan, maka disarankan untuk menurunkan laju alir MDEA dengan sesuai kebutuhan saja seandainya laju alir gas masuk di bawah 3.459.976,884 kg/hari. Hal ini menghindari pemborosan penggunaan MDEA. Karena dengan laju alir MDEA yang besar akan membuat MDEA yang harus di regenerasi semakin besar dan ini berimplikasi dengan semakin beratnya kerja amine unit, kerja pompa semakin berat. Kemampuan *stenght amine* / menyerap H₂S juga akan menurun kalau sirkulasi aliran MDEA tinggi. Penurunan laju alir MDEA di harus kan tidak akan mempengaruhi hasil pemurnian gas melebihi 10 ppm, sesuai dengan spesifikasi gas dalam kontrak jual beli gas dengan konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliabad, H. Zare. dan Mirzaei, S. (2009). *Removal of CO₂ and H₂S using Aqueous Alkanolamine Solutions*. World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Chemical and Molecular Engineering, Vol. 3, No. 1.
- Alpen, S. (2013). PT. Energy Equity Epic Sengkang. <http://www.alpensteel.com>. (Diakses tanggal 28 April 2017).
- Austin, George T. (1996). *Industri Proses Kimia Jilid 1 Edisi 5*. Jakarta: Erlangga.
- Campbell, J.M. (1988). *Gas Conditioning and Processing, Volume The Equipment Modules, 6th ed.* Oklahoma: Campbell Petroleum Series.
- Direktora Jenderal Minyak dan Gas Bumi, (2008). *Indonesia Petroleum Bidding Round*. Ditjen Migas. Jakarta.
- Mia Afsana. (2015). *Pengukuran Konsentrasi Lean Amine Pada Proses Sweetening Gas Dengan Metode Titrasi di Plant II Energy Equity Epic (Sengkang) Pty.Ltd. Laporan Praktek Kerja Lapangan*. Jurusan Kimia. Universitas

Islam Indonesia. Jogjakarta.
PI, Pengetahuan Serta Informasi Tentang
Migas, Energi Terbarukan dengan
Pengilangan. Proses Purifikasi Gas
Alam. September 22, 2016.

Thermo Design Engineering. (2012). Base
Operations Manual Central Processing
Plant. Energy Equity Epic (Sengkang)
Pty.Ltd.