

Pemurnian Pelarut MDEA dari *Hydrocarbon* Terikut Menggunakan *Portable Carbon Active Filter* pada Unit *Acid Gas Removal Unit*

M Dwi Khoirun Adhim^{1*}, Gerry Sasanti Nirmala²

¹PT Pertamina EP Field Cepu, Cepu

²Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Cepu

INFORMASI NASKAH

Diterima : 20 Mei 2025
Direvisi : 15 September 2025
Disetujui : 12 November 2025
Terbit : 25 November 2025

Email korespondensi:
gerry.nirmala@esdm.go.id

Laman daring:
<https://doi.org/10.37525/mz/2025-2/1104>

ABSTRAK

Sour gas merupakan kontaminan gas alam yang mengandung Karbon Dioksida (CO₂), Hidrogen Sulfida (H₂S), dan *merkaptan*. Blok Gundih terdiri dari struktur Kedunglusi, Kedungtuban, dan Randublatung terletak di antara cekungan di Jawa Timur Utara. Blok ini memiliki 7 sumur produksi gas dengan pengotor CO₂ sebesar 20.000 ppm dan H₂S sebesar 5000 ppm. *Acid Gas Removal Unit* (AGRU) difungsikan untuk menghilangkan pengotor-pengotor ini dan mengolah *sour gas* menjadi *sweet gas*. AGRU bekerja berdasarkan prinsip penyerapan, menggunakan pelarut *Methyl Diethanol Amine* (MDEA) untuk menyerap gas-gas yang tidak diinginkan. Pada proses yang berkesinambungan, pelarut MDEA akan memiliki kandungan hidrokarbon yang besar sehingga menyebabkan terbentuknya busa pada *Absorber Column*. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan suatu metode untuk menghilangkan kandungan hidrokarbon pada pelarut MDEA menggunakan rangkaian filtrasi dengan kandungan utama karbon aktif. Hidrokarbon merupakan senyawa organik yang dapat diserap oleh karbon aktif. Pada *paper* ini dilakukan evaluasi terhadap desain *Portable Carbon Active Filter* pada *Absorber Column* dan *High Pressure Flush Drum* pada unit AGRU. Hasil analisis menunjukkan bahwa desain tersebut sangat efektif, terbukti dari penurunan volume busa dari 50 mL menjadi 2 mL dan *Total Suspended Solid* (TSS) menurun drastis dari 210 mg/L menjadi 13 mg/L, hal ini mengindikasikan adanya penurunan partikel mikroskopis penyebab titik nukleasi busa.

Kata kunci: *Acid Gas Removal Unit, Carbon Active, Foaming, Sour Gas*

ABSTRACT

Sour gas is a natural gas contaminant that contains Carbon Dioxide (CO₂), Hydrogen Sulfide (H₂S), and mercaptan. The Gundih Block, which consists of the Kedunglusi, Kedungtuban, and Randublatung structures, is located between the basins in North East Java. It has 7 gas production wells with CO₂ impurities of 20,000 ppm and H₂S of 5000 ppm. To remove the impurities, the Acid Gas Removal Unit (AGRU) is used to process sour gas into sweet gas.. It works on the principle of absorption, using Methyl Diethanol Amine (MDEA) solvent to absorb the unwanted gases. In a continuous process, the MDEA solvent will have a large hydrocarbon content, causing foaming in the Absorber Column. To overcome this, a method is needed to remove the hydrocarbon content in MDEA solvent by using a filtration series with activated carbon as the main component. A hydrocarbon is an organic compound that can be absorbed by activated carbon. In this paper, an evaluation of the Portable Carbon Active Filter design in the Absorber Column and High-Pressure Flush Drum in the AGRU unit is carried out. The analysis shows that the design is very effective, as evidenced by the reduction in foaming volume from 50 mL to 2 mL and the Total Suspended Solid (TSS) decreasing drastically from 210 mg/L to 13 mg/L, which indicates a reduction in microscopic particles that cause foam nucleation points.

Keywords: Acid Gas Removal Unit, Carbon Active, Foaming, Sour Gas

PENDAHULUAN

Salah satu cekungan sedimen penghasil minyak dan gas yang berumur tersier dan secara tektonik berada pada cekungan busur belakang adalah Cekungan Jawa Timur Utara yang terbentuk akibat tumbukan Lempeng Hindia Australia bergerak ke arah utara terhadap lempeng Sunda yang dicirikan oleh anomali rendah di daerah pegunungan selatan Jawa. Cekungan Jawa Timur Utara merupakan salah satu cekungan busur belakang di Indonesia yang mampu untuk menghasilkan hidrokarbon (Sribudiyani dkk, 2003).

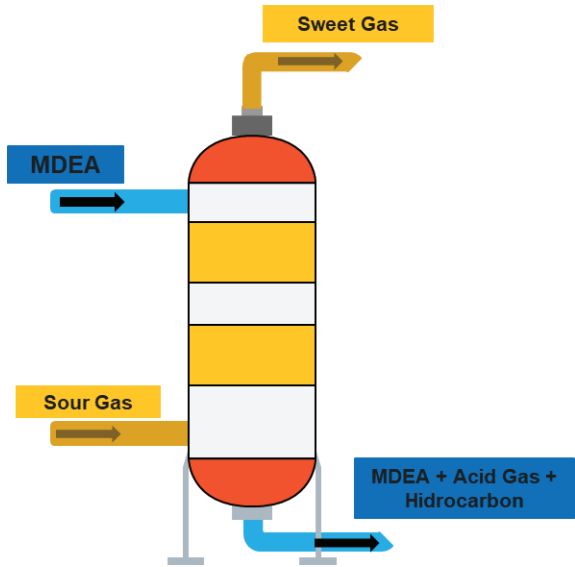
Blok Gundih terdiri dari struktur Kedunglusi, Kedungtuban, dan Randublatung, merupakan cekungan yang ada di Jawa Timur Utara. Struktur ini mempunyai 7 sumur produksi gas dengan kandungan pengotor (*impurities*) karbon dioksida (CO₂) dan hidrogen sulfida (H₂S) yang sering disebut juga sebagai *sour/acid gas* (Angelika, 2016). Apabila terdapat kandungan *impurities* CO₂ dan H₂S yang tinggi, maka dibutuhkan proses lebih lanjut berupa proses pemurnian gas agar dapat memenuhi spesifikasi penjualan ke *customer* yaitu sebagai bahan bakar pembangkit listrik dan rumah tangga.

Central Processing Plant (CPP) Gundih merupakan fasilitas pengolahan *natural gas* untuk menghilangkan *impurities* yang dihasilkan sumur gas. Umumnya ditemukan *impurities* pada

fasilitas ini berupa hidrokarbon berat, CO₂, H₂S, air, merkaptan, dan senyawa sulfur lainnya. Hasil pengujian laboratorium menunjukkan konsentrasi CO₂ sebesar 20.000 ppm dan H₂S sebesar 5.000 ppm (Laboratorium Pertamina EP, 2024). Salah satu unit memproses gas yang harus dilalui untuk menghilangkan tingginya gas *impurities* CO₂ dan H₂S adalah *Acid Gas Removal Unit* (AGRU). Unit AGRU ini memanfaatkan prinsip absorpsi, yaitu metode yang digunakan untuk menyerap komponen yang tidak diinginkan dari suatu aliran fluida.

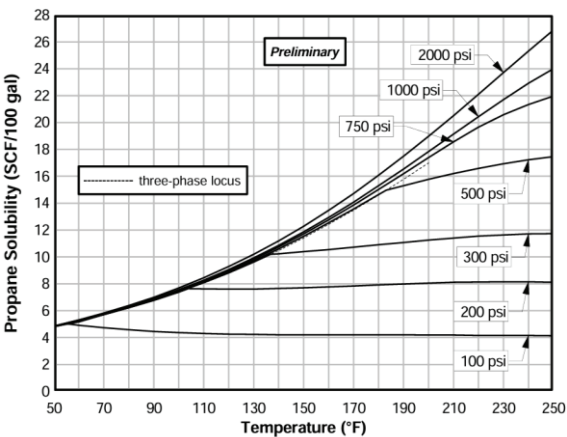
Media yang digunakan untuk menyerap kandungan *acid gas* ini berupa pelarut *Methyldiethanolamine* (MDEA) (B. David dkk, 2015). MDEA adalah kimia organik dengan rumus CH₃N(C₂H₄OH)₂ yang banyak dimanfaatkan dalam penyerapan H₂S dan CO₂ dari aliran gas alam dan gas industri lainnya. Proses absorpsi ini terjadi di *absorber column* seperti tampak pada Gambar 1. Kolom absorber berbentuk tabung vertikal dengan sistem pengisian atau *packing* di dalamnya yang membantu meningkatkan kontak antara gas dan pelarut (fase cair). Proses ini terjadi terus menerus dengan *raw gas* masuk dari bawah kolom dan berinteraksi dengan pelarut MDEA yang masuk dipompakan dari atas kolom sehingga dihasilkan gas yang murni (*sweet gas*) keluar di posisi atas kolom dan pelarut dengan kandungan

impurities (rich solvent) di posisi bawah.



Gambar 1. Ilustrasi Absorber Column

Pelarut kimia yang tersedia untuk proses *sweetening gas* dalam absorpsi ini hampir semuanya merupakan produk golongan alkanolamin. Alkanolamin adalah senyawa yang mengandung gugus hidroksil (-OH) dan gugus amina (-NH_2 , -NHR , atau -NR_2) pada kerangka karbon alkana. Amina primer dan sekunder dalam larutan air bereaksi dengan gas asam seperti CO_2 dan H_2S untuk membentuk karbamat, menjadikannya berguna dalam aplikasi penyaringan dan penyerapan gas (Seungju dkk, 2021). Gambar 2 berikut ini merupakan grafik kelarutan propane dengan 50% wt MDEA yang digunakan sebagai acuan larutan dalam *portable filter*.



Gambar 2. Grafik Solubility Propane dengan 50 wt% MDEA (Carrol dkk, 1998)

Hasil analisis laboratorium terhadap larutan MDEA di CPP Gundih menunjukkan adanya penurunan kualitas larutan secara signifikan. Data menunjukkan adanya degradasi kualitas pelarut akibat kontaminasi dari proses hulu, terutama oleh hidrokarbon bebas dan partikel tersuspensi (Yuliawati dan Hermawan, 2018). Kombinasi dari kontaminan ini mengubah karakteristik kimia dan fisika larutan MDEA sehingga memicu terbentuknya busa yang stabil (*stable foam*) di dalam kolom absorber (Anjani dan Supriyanto, 2020). Stabilitas busa ini menyebabkan gangguan distribusi fluida, menurunkan efisiensi transfer massa, serta meningkatkan *pressure drop* dalam sistem.

Tabel 1 merupakan data parameter proses di AGRU. Mengacu pada Gambar 2 tampak bahwa kenaikan suhu dan tekanan meningkatkan potensi kelarutan propane yang artinya meningkatkan potensi terbentuknya busa. Selain itu, kontaminasi pelarut MDEA oleh hidrokarbon bebas (dalam hal ini propane) dan partikel tersuspensi, dapat mengganggu sifat pelarut secara menyeluruh, menurunkan kemampuan absorpsi terhadap gas asam, serta menciptakan kondisi ideal bagi pembentukan busa yang sulit dikendalikan (J. Jiang dkk, 2020). Oleh karena itu, diperlukan sistem pemurnian pelarut menggunakan mekanisme *filtering* dan *reclaiming* yang andal dan berkelanjutan untuk menjaga stabilitas operasi dan kinerja optimal unit AGRU.

Tabel 1. Data Parameter Proses AGRU

Parameter Operasi		Satuan	Rent-ang Nor-mal	Kondi-si Nor-mal	Kondisi Saat Foaming
Inlet Gas	Feed Flow-rate	MMS CFD	60 – 70	64.03	64.1
Inlet Gas	Feed Pres-sure	Psig	380 – 450	405	404
Inlet Gas	Feed Tem-perature	°F	105 – 125	114	120
Solvent Flow rate (MDEA)		Kbpd	50 – 65	54.5	58.5
Solvent Tem-perature		°F	115 – 130	125	129

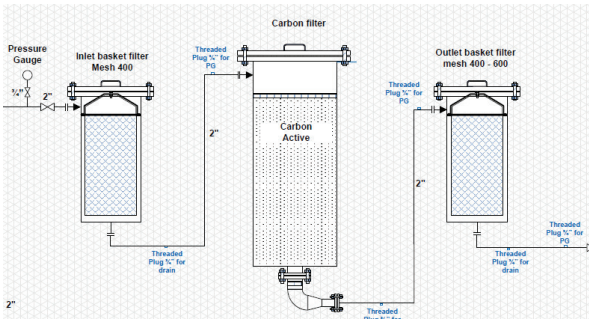
Outlet Gas Flowrate	MMS CFD	45 – 55	50.5	50.3
Outlet Gas Pressure	Psig	350 – 400	382	384
Outlet Gas Temperature	°F	105 – 125	118	122
Differential (PDI)	kg/cm ²	< 1.0	0.45	1.42
Kadar H ₂ S Outlet Gas	Ppm	< 6	0.2	6.54

Untuk menanggulangi permasalahan *foaming* pada AGRU, dilakukan tindakan korektif berupa pemurnian larutan MDEA melalui sistem filtrasi menggunakan *portable carbon filter* yang terdiri dari kombinasi media granular dan halus. Pendekatan ini dipilih karena mampu mengatasi penyebab utama *foaming*, yaitu kontaminasi oleh partikel tersuspensi dan senyawa aktif permukaan, tanpa merusak integritas kimia pelarut MDEA.

Metode filtrasi ini menggunakan media karbon aktif yang efektif dalam menyerap senyawa organik non-polar penyebab pembentukan busa (Siregar dan Handoko, 2017). Selain itu, media filtrasi dirancang agar tidak mengubah komposisi utama amine, sehingga aman digunakan dalam sistem sirkulasi secara berkelanjutan. Keunggulan lainnya adalah kemampuan sistem untuk beroperasi secara *online*, memungkinkan proses pemurnian dilakukan tanpa perlu menghentikan aliran maupun operasi unit AGRU, sehingga kontinuitas produksi tetap terjaga.

METODE PENELITIAN

Portable filter ini bekerja dengan prinsip absorpsi yang terdiri dari tiga lapis *filter* yaitu *Catridge Filter (inlet)*, *Carbon Active Filter*, dan *Catridge Filter (outlet)* seperti tampak pada Gambar 3. Ketiga *filter* ini mempunyai fungsi – fungsi yang berbeda. *Catridge filter* pertama bekerja menyaring partikel padat/debris yang terikut di pelarut MDEA yang diakibatkan kondisi dalam proses. *Carbon Active Filter* berfungsi menyerap kandungan organik berupa *hydrocarbon* yang terkandung dalam pelarut MDEA. Sedangkan *Catridge Filter* kedua menyaring *carbon active* yang terikut pada pelarut MDEA di filtrasi sebelumnya. Tabel 2 merupakan spesifikasi *portable filter*.



Gambar 3. Skema Desain *Portable Carbon Filter*

Tabel 2. Spesifikasi *Portable Carbon Filter*

Komponen	Spesifikasi
Tipe Filter	<i>Catridge Filter & Carbon Filter</i> (berbasis karbon aktif)
Material Housing	<i>Stainless Steel</i> SUS 304
Inlet/Outlet	Flange 3 inch
Media Filtrasi	<i>Catridge filter mesh 100 & karbon aktif</i>
Kapasitas Filtrasi	2 – 4 m ³ /jam
Sistem Tambahan	<i>drain valve</i>
Dimensi	Tinggi: 120 cm, Diameter: 30 cm

Media filtrasi terdiri atas kombinasi granular mesh 10 dan halus mesh 100, yang dikemas dalam bentuk *cartridge* dan ditempatkan dalam *housing filter* berbahan *stainless steel*, serta dilengkapi dua tahap penyaringan yaitu pre-filter dengan ukuran pori 50 mikron dan final filter berukuran 10 mikron. Desain ini memungkinkan penyaringan partikel halus dan penyerapan hidrokarbon secara efisien, serta mendukung fleksibilitas pemasangan tanpa menghentikan proses operasi unit AGRU.

Implementasi *portable filter* ini memberikan hasil teknis yang signifikan berdasarkan data laboratorium. Untuk melihat efektivitas dari filter ini, dilakukan pengujian di laboratorium yaitu analisa *Total Suspended Solid* (TSS), *foam high*, *collapse time* untuk mengetahui kualitas pelarut apakah sudah sesuai dan tidak ada efek *foaming*. Apabila hasil analisa kurang sesuai, filtrasi dapat diulangi kembali. Langkah – langkah pengujian untuk *foam tendency* adalah sebagai berikut (ASTM 892, 2013):

1. Membilas *sparging tube* dan *glassware* dengan *analytical grade acetone* dan keringkan secara menyeluruh.
2. Tempatkan 500 mL larutan yang akan diuji ke dalam gelas ukur 1000 mL
3. Mengatur aliran udara (sekitar 4000 cc/min) melalui *sparging tube* kemudian pertahankan kestabilan selama 5 menit.
4. Masukkan *sparging tube* sampai ke dasar gelas ukur, catat ketinggian *foam (foam high)* yang terbentuk. Kategori hasil analisa ketinggian *foam* dipaparkan pada Tabel 3.
5. Hentikan aliran udara dan catat waktu hilang pada saat pertama menjadi cairan (*collapse time*). Kategori hasil tersebut dipaparkan pada Tabel 4.

Tabel 3. Klasifikasi *foam high* pada analisa *foaming tendency* (DOW, 2025)

<i>Foaming Tendency</i>	Ketinggian
<i>Nil</i>	10 ml
<i>Slight</i>	10-60 ml
<i>Moderate</i>	60-125 ml
<i>Severe</i>	> 125ml

Tabel 4. Klasifikasi *collapse time* pada analisa *foaming tendency* (DOW, 2025)

<i>Foaming Stability</i>	Waktu
<i>Nil</i>	< 5 detik
<i>Slight</i>	5-20 detik
<i>Moderate</i>	20-30 detik
<i>Severe</i>	> 30 detik

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian pada MDEA sebelum dan sesudah penggunaan *portable filter* dipaparkan pada Tabel 5. Terlihat bahwa kualitas larutan MDEA mengalami peningkatan signifikan setelah melalui proses filtrasi. TSS menurun drastis dari 210 mg/L menjadi 13 mg/L, yang menunjukkan berkurangnya partikel mikroskopis penyebab titik nukleasi busa. Selain itu, volume busa menurun dari 50 mL menjadi hanya 2 mL, sementara waktu pecah busa (*collapse time*) membaik dari 8 detik menjadi 1 detik, menunjukkan bahwa karakteristik busa menjadi tidak stabil dan mudah hilang. Penggunaan karbon aktif sebagai media filtrasi sangat efektif dalam menyerap hidrokarbon, hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya

yang menunjukkan bahwa efisiensi penyisihan mencapai lebih dari 90% dalam sistem sirkulasi tertutup (Ahmed dkk, 2015)

Tabel 5. Perbandingan Kualitas MDEA Sebelum dan Sesudah Filtrasi (Laboratorium Pertamina, 2025)

Parameter	Sebelum Filtrasi	Sesudah Filtrasi (Granular + Halus)
<i>Amine Strength (MDEA)</i>	40,44 %wt	40,11 %wt
<i>pH</i>	9,19	8,90
<i>TSS</i>	210 mg/L	13 mg/L
<i>Foaming Volume</i>	50 mL	2 mL
<i>Collapse Time</i>	8 detik	1 detik

Konsentrasi amine (*Amine Strength*) tetap terjaga, dari 40,44 %wt menjadi 40,11 %wt, yang berarti proses filtrasi tidak merusak kandungan aktif pelarut. Nilai pH yang sedikit menurun dari 9,19 menjadi 8,90 masih berada dalam rentang kerja yang dapat diterima dan menunjukkan stabilitas kimia pelarut setelah pemurnian. Evaluasi terhadap desain *portable carbon filter* tidak hanya difokuskan pada keberhasilannya dalam meningkatkan kualitas pelarut MDEA, tetapi juga pada aspek rekayasa desain, kemudahan integrasi ke sistem eksisting, dan efisiensi operasional di lapangan. Aspek-aspek ini sangat krusial mengingat penerapan alat di fasilitas pengolahan gas alam harus memperhatikan keselamatan kerja, kontinuitas proses, dan efisiensi biaya. Secara struktural, desain filter telah disesuaikan dengan kondisi teknis unit AGRU, khususnya dalam hal tekanan operasi, suhu, dan ketahanan terhadap bahan kimia korosif. Sistem koneksi *flange* berukuran 3 inci memungkinkan filter diintegrasikan langsung ke jalur sirkulasi pelarut tanpa modifikasi pipa yang signifikan. Desain ini memungkinkan pemasangan dilakukan secara cepat dalam kondisi online, tanpa menghentikan proses utama, yang sangat penting dalam sistem

yang beroperasi terus-menerus.

Berdasarkan sisi kapasitas, unit filter dirancang untuk menangani laju aliran antara 2–4 m³/jam, sesuai dengan estimasi kebutuhan sirkulasi larutan MDEA di sistem AGRU. Laju ini cukup untuk memastikan seluruh volume pelarut dapat difiltrasi dalam waktu yang efisien, serta menjaga kontinuitas proses tanpa terjadi keterlambatan pemurnian. Fitur tambahan seperti *drain valve* dan *backwash system* meningkatkan kepraktisan operasional. Dengan fitur ini, operator dapat membersihkan media filtrasi secara berkala tanpa perlu membongkar unit. Ini membantu menjaga kinerja filter secara berkelanjutan dan mencegah akumulasi kontaminan penyebab *fouling*. Selain itu, sistem *drain* memudahkan pembuangan endapan hasil penyaringan yang tertangkap.

Filter dirancang *portable* dengan rangka baja tahan korosi, yaitu *housing stainless steel SUS-304* yang teruji ketahanannya terhadap degradasi akibat paparan kimia agresif, seperti H₂S dan CO₂ (Park dan Lee, 2018). Lebih lanjut, penelitian (Yusuf dan Handoko, 2020) membuktikan bahwa penerapan sistem filtrasi karbon aktif secara *portable* mampu memperpanjang umur pakai larutan MDEA hingga 1,5 kali lebih lama dibanding metode konvensional seperti *reboiler regeneration*. Penelitian ini juga menekankan keunggulan sistem *backwash* dalam menjaga performa media filtrasi tanpa harus sering mengganti *cartridge*. Sehingga dari sisi teknis dan ekonomis, sistem ini jauh lebih unggul dalam jangka panjang untuk operasional industri migas yang berkelanjutan.

KESIMPULAN

Penyebab utama terjadinya fenomena *foaming* pada unit AGRU adalah adanya kontaminasi hidrokarbon dalam larutan amina (*Amine Solvent*). Kondisi ini teridentifikasi melalui hasil pengamatan visual serta analisis laboratorium yaitu analisa TSS, *foam high*, dan *collapse time* yang menunjukkan keberadaan hidrokarbon bebas dan partikel halus yang tidak tersaring secara optimal dalam sistem sirkulasi larutan amina. Upaya penanggulangan kondisi *foaming* dilakukan melalui instalasi sistem filtrasi tambahan berupa *portable filter* dalam jalur sirkulasi larutan amina. Penggunaan sistem filtrasi ini terbukti efektif dalam menurunkan kadar kontaminan penyebab

foaming, yang dibuktikan dengan hasil pengujian laboratorium pasca-filtrasi, berupa penurunan kadar TSS dari 210 mg/L menjadi 13 mg/L, *foam high* dari 50 Ml menjadi 2 mL, dan *collapse time* dari 8 detik menjadi 1 detik. Desain *portable filter* yang optimal untuk mengeliminasi hidrokarbon terikut dalam larutan amina dirancang dengan menggunakan *housing filter* berbahan *stainless steel* tahan korosi, serta dilengkapi dua tahap penyaringan yaitu pre-filter dengan ukuran pori 50 mikron dan final filter berukuran 10 mikron. Desain ini memungkinkan penyaringan partikel halus dan penyerapan hidrokarbon secara efisien, serta mendukung fleksibilitas pemasangan tanpa menghentikan proses operasi unit AGRU.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S., Rahman, M., & Kumar, R. (2015). Activated carbon filtration for hydrocarbon removal in amine systems. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 133, 12–20.
- Anjani, R., dan Supriyanto, B. (2020). Pengaruh kontaminan terhadap stabilitas pelarut amine pada proses pemisahan gas asam. *Jurnal Rekayasa Proses*, 15(1), 21–28.
- Angelika Permatasari, Faisal Harris, Utik Dwi Pratiwi. (2016). Teknologi Pengolahan Gas Alam. Gas Alternatif Energi Ramah Lingkungan . *Engineer Weekly*. No.03 April 2016.
- ASTM D892 - 13e1, (2013), ‘Standard test method for foaming characteristics of lubricating oils’, Copyright ASTM International, 100 Barr Harbour Drive, West Conshohocken, PA 19428 USA
- B. David, S. Williams Engel, A. Heinen (2015). Oil & Gas: The Impact of Activated Carbon on MDEA Amine Solutions. *Filtration + Separation*, 52. pp. 38–42, 10.1016/S0015-1882(15)30224-X
- Carroll, J.J., Jou, F.-Y., Mather, A.E., and Otto, F.D. (1998). The solubility of methane in aqueous solutions of monoethanolamine, diethanolamine, and triethanolamine. *Can. J. Chem. Eng.*, 76: 945–951. <https://doi.org/10.1002/cjce.5450760512>
- DOW. (2025). Technical Information: UCARSOL AP 814 Solvent for CO₂ Removal.

- Retrieved from <https://www.dow.com/en-us/document> 9 May 2025.
- J. Jiang, Y. Zu, X. Li, Q. Meng, X. Long. (2020). Recent Progress in Industrial Rhamnolipid Fermentation: Process Optimization and Foam Control. *Bioresour. Technol*, 298. Article 122394, 10.1016/j.biortech.2019.122394
- Laboratorium Pertamina EP. (2024). Hasil Analisa *Portable Filter CPP* Gundih.
- Laboratorium Pertamina EP. (2025). Analisis TSS dan pH di Laboratorium CPP Gundih.
- Park, J., and Lee, H. (2018). Corrosion resistance of stainless steel alloys in acid gas environments. *Chemical Engineering Journal*, 334, 103–111.
- Seungju Kim, Colin A. Scholes, Daniel E. Heath, Sandra E. Kentish. (2021). Gas-liquid membrane contactors for carbon dioxide separation: A review. *Chemical Engineering Journal*, Volume 411, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.128468>.
- Siregar, H., dan Handoko, A. (2017). Efektivitas sistem filtrasi karbon aktif dalam menekan foaming pada unit pemurnian amine. *Jurnal Energi dan Proses*, 5(1), 33–41.
- Sribudiyani, Ryacudu, R., Kunto, T., Astono, P., Prasetya, I., Sapiie, B., Asikin, S., Harsolumakso, A.H., Yulianto, I., Muchsin, N. (2003). The Colliton of The East Java Microplate and Its Implication for Hydrocarbon Occurrences in the East Java Basin, *Proceedings of Indonesian Petroleum Association*, 29th Annual Convention.
- Yuliawati, N., & Hermawan, T. (2018). Analisis penyebab foaming pada unit pemurnian gas menggunakan amine di lapangan migas. *Jurnal Teknologi Gas*, 6(2), 45–53.

