

**Analisis Temperatur dan Laju Alir Lean Glycol Terhadap Kadar Uap Air
pada Dry Gas di Unit Dehidrasi Gas**

Yenny Sitanggang¹, Desmanto P. Sihaloho¹

¹Prodi Teknik Kimia

Politeknik Teknologi Kimia Industri Medan,

Jalan Medan Tenggara No.VII, Sumatera Utara, 20228 Indonesia

*Email: yennysitanggang1972@gmail.com

ABSTRAK

Dehidrasi gas merupakan salah satu proses penting dalam industri minyak dan gas. Dehidrasi gas diharapkan dapat menurunkan uap air dan air yang terdapat dalam gas alam, sehingga memenuhi standar gas kering yang diinginkan dengan memperhatikan parameter dehidrasi gas. Temperatur proses dan temperatur Triethylene Glycol yang berperan sebagai lean glycol merupakan salah satu parameter penting yang harus diperhatikan untuk menghasilkan dry gas dengan kadar air yang rendah dan sesuai standar. Oleh karena itu, dilakukan analisis suhu dan laju aliran lean glycol untuk dapat menerapkan proses dehidrasi agar berjalan optimal. Analisis dilakukan dengan bantuan software Unisim Design R451 dengan variasi laju alir lean glycol sebesar 8,012 x 10⁴ lb/jam, 2,205 x 10⁴ lb/jam, dan 2,187 x 10⁵ lb/jam dengan kadar air pada bahan kering yang dihasilkan. gas menjadi 3,847 x 10⁻⁴ lb/MMscf, 0,4591 lb/MMscf, 1,1813 x 10⁻⁶ lb/MMscf. Variasi suhu lean glycol adalah 95,90 °F, 87 °F, 100 °F dan kadar air yang dihasilkan adalah 1,813 x 10⁻⁶ lb/MMscf, 4,783 x 10⁻⁷ lb/MMscf, dan 3,301 x 10⁻⁶ lb/MMscf.

Kata kunci: Absorpsi, Dehidrasi Gas, Lean Glycol, Kadar Air, Titik Embun Air

ABSTRACT

Gas dehydration is a very important process in the oil and gas industry. It is expected that through this process the gas which still contains water vapor and water in it can be reduced so that it meets the desired dry gas standard by observing the parameters of gas dehydration. Temperature and temperature of Triethylene Glycol which acts as lean glycol is one of the important parameters that must be considered to produce dry gas with low moisture content and according to standards. Therefore, an analysis of temperature and flow rate of lean glycol was carried out to be able to apply the dehydration process so that it runs optimally. The analysis was carried out with the help of Unisim Design R451 software with variations in lean glycol flow rates of 8.012 x 10⁴ lb/hr, 2.205 x 10⁴ lb/hr, and 2.187 x 10⁵ lb/hr with the moisture content in the resulting dry gas being 3.847 x 10⁻⁴ lb/MMscf, 0.4591 lb/MMscf, 1.1813 x 10⁻⁶ lb/MMscf. Lean glycol temperature variations were 95.90°F, 87°F, 100°F and the resulting moisture content was 1.813 x 10⁻⁶ lb/MMscf, 4.783 x 10⁻⁷ lb/MMscf, and 3.301 x 10⁻⁶ lb/MMscf.

Keywords: Absorption, Gas Dehydration, Lean Glycol, Moisture Content, Water Dew Point

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Gas alam adalah hasil yang ditemukan dari pengeboran minyak di sumur bor. Gas alam merupakan suatu campuran yang tersusun dari gas-gas hidrokarbon (C_nH_{2n+2}) dimana gas-gas tersebut mudah terbakar dan susunan yang utama dari gas alam itu sendiri terdiri dari metana (CH_4) yang merupakan molekul hidrokarbon dengan rantai terpendek dan teringan. (Muhammad, *et al.*, 2021) Secara umum, gas alam mengandung senyawa karbon seperti metana, etana, propana, i-Butana, n-Butana, i-Pentana, n-Heksana, dan n-Heptana serta senyawa non-karbon seperti nitrogen, oksigen, air, dan karbon dioksida. Selain itu, uap air juga dapat terbawa menjadi gas. Oleh karena itu, uap air tersebut harus dikurangi dengan melakukan proses dehidrasi gas agar dapat digunakan lebih lanjut sebagai gas kering yang baik dalam perjanjian jual beli gas (Boyun dan Ali, 2005).

Komposisi atau komponen yang terkandung dalam *wet natural gas* atau gas alam mentah dalam proses industri gas bumi tidak memiliki sifat yang dapat menimbulkan potensi hidrat pada sistem perpipaan pada kondisi temperatur dan tekanan tertentu. Namun proses yang diaplikasikan pada pengolahan gas alam, berpotensi membentuk hidrat yang dapat menyebabkan penyumbatan pada instalasi perpipaan, juga berpeluang meningkatkan korosi. Oleh karena itu menjadi krusial untuk menjaga kondisi temperatur dan tekanan operasi pipa agar tetap stabil satu arah agar kondisi fluida tidak sesuai dengan kondisi pembentukan hidrat. (Anggarana *et al.*, 2021). Kandungan air yang tinggi selain akan menyebabkan kemungkinan timbulnya hidrat juga dapat menurunkan nilai jual secara ekonomis. (Saiful, *et al.*, 2022).

Komposisi dari suatu gas alam bervariasi dan bergantung pada lokasi dimana gas tersebut dieksplorasi. Secara umum gas alam umumnya mengandung metana, karbondioksida, nitrogen hidrokarbon berantai panjang dan sedikit hidrogen sulfida, argon, helium, oksigen, serta uap air. Umumnya, gas asam 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. (Sutanto, 2016).

Gas alam hasil eksplorasi bersifat sangat korosif sehingga pemurnian gas alam dari pengotornya harus dilakukan di awal proses yang disebut dengan gas treatment/ purification. Proses pemurnian gas alam membutuhkan fasilitas-fasilitas utama yaitu Separation Unit (SU), Dew Point Control Unit (DPCU), Acid Gas Removal Unit (AGRU), Dehydration Unit (DHU), Compression Unit (CU), Condensate Stabilization Unit (CSU), Acid Gas Enrichment Unit (AGEU), Sulfur Recovery Unit (SRU), Tail Gas Unit (TGU), Thermal Oxidizer (TOx) dan utilitas. Setiap unit mempunyai fungsi spesifik dan saling berhubungan satu sama lain. Salah satu unit awal yang penting untuk memastikan proses selanjutnya berhasil atau tidak adalah DPCU dimana Analisa kadar air dilakukan. (Muslikhin, *et al.*, 2020).

Air merupakan komponen yang tidak diinginkan dalam gas alam. Karena air yang ada dalam gas menyebabkan masalah pengoperasian pada sistem perpipaan dan peralatan yang digunakan. (Siska, *et al.*, 2021). Kemudian, kelarutan air dalam gas alam akan meningkat karena kondisi temperatur yang lebih tinggi dan tekanan yang lebih rendah. Kandungan uap air ditunjukkan oleh nilai titik embun air. Semakin tinggi nilai titik embun air maka dapat dikatakan bahwa kandungan uap air dalam gas alam semakin meningkat dan gas alam berada pada kondisi *wet natural gas*. Namun, setiap kenaikan tekanan dan penurunan suhu dapat menyebabkan uap air di dalam gas mengembun. Namun, ketika kandungan uap air dalam gas alam berkurang, gas alam merupakan produk dari proses dehidrasi gas yang disebut sebagai gas kering. (Steward, *et al.*, 2011).

Gas kering yang merupakan produk dari proses dehidrasi gas memiliki kadar air yang lebih rendah dari kadar uap air awal dan nilai titik embun air yang lebih rendah sehingga dalam hal ini gas alam tidak lagi dalam kondisi jenuh. Namun gas kering yang dihasilkan akan lebih baik jika memenuhi standar kadar air yang ada. (Younger, 2004).

Dehidrasi gas adalah proses pemisahan uap air yang terkandung di dalam gas dengan tujuan

untuk menurunkan titik embun air dari gas, sehingga spesifikasi kandungan uap air yang terkandung dalam kontrak jual beli gas terpenuhi. Istilah proses dehidrasi sering juga disebut dengan istilah lain yaitu proses pengeringan gas atau gas drying. Air yang terkandung dalam produksi gas harus dihilangkan karena beberapa alasan seperti mengurangi efisiensi pipa, menyebabkan korosi, dan mempersulit pengoperasian flow meter. (Steward *et al*, 2011).

Penyerapan uap air atau dehidrasi gas dilakukan dengan prinsip absorpsi. Absorpsi adalah proses penyerapan suatu zat oleh zat lain yang dapat digunakan untuk memindahkan atau mengurangi kandungan suatu konstituen dalam fase gas dengan menggunakan absorben tertentu dan dapat menyerap konstituen yang diinginkan. Proses penyerapan juga menggunakan bahan penyerap. Proses dehidrasi gas menggunakan absorben *Triethylene Glycol*. *Triethylene Glycol* paling banyak digunakan pada proses dehidrasi gas hampir 99%, dapat diregenerasi pada suhu 171,11°C sampai 204,44°C sehingga dapat diperoleh konsentrasi yang tinggi dengan suhu dekomposisi 206,66°C. TEG merupakan agen dehidrasi yang sangat baik (Saeed Rubaiee, 2023). Keunggulan TEG yaitu: TEG lebih mudah pendinginan untuk konsentrasi 98 %wt sampai 99 %wt pada kondisi atmosfer karena sifat kondensasi dan temperatur dekomposisinya, *Triethylene Glycol* memiliki temperatur dekomposisi awal 206,66°C sedangkan *Diethylene Glycol* hanya 164,44°C, kehilangan uap lebih rendah daripada EG atau DEG, biaya modal dan operasi lebih rendah, dan TEG tidak larut di bawah temperatur 21°C. (Christensen & Laundal, 2009). TEG juga dapat diregenerasi oleh RPB dengan kemurnian mencapai 99,98 % (v/v). (Wen-Chong, *et al.*, 2021).

Ada banyak faktor yang mempengaruhi proses dehidrasi gas, seperti laju aliran dan suhu lean glycol. Sebab, jika aliran gas basah kecil, laju aliran *Triethylene Glycol* harus disesuaikan. Pada kondisi laju alir wet gas kecil dan laju alir *Triethylene Glycol* terlalu besar, maka akan terjadi pemborosan penggunaan *Triethylene Glycol* dan akan meningkatkan terjadinya rugi-rugi *Triethylene Glycol* dan berpotensi menimbulkan terjadinya foaming. Semakin besar

jumlah *Triethylene Glycol* dan wet gas, maka semakin besar pula laju aliran fluida pada aliran perpipaan. Dalam proses dehidrasi, temperatur lean glycol memegang peranan penting karena temperatur lean *Triethylene Glycol* yang lebih tinggi dari temperatur feed gas akan menyebabkan terbentuknya foaming dan menghambat penyerapan uap air. Jika temperatur lean *Triethylene Glycol* lebih rendah dari temperatur gas feed, maka akan mengakibatkan pemisahan tidak berjalan maksimal karena lean *Triethylene Glycol* menjadi sangat kental dan sulit untuk dipompa. (Suprpto, 2012).

Ada 4 metode penggunaan Glikol pada proses dehidrasi gas alam yaitu proses konvensional dehidrasi glikol atau absorpsi, Stripping gas, Coldfinger technology and Drizo process (Daniel, *et al.*, 2023).

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah natural gas dengan moisture content yang berbeda dan Tetra Etylen Glikol sebagai adsorben. Peralatan yang digunakan dalam pengumpulan data adalah Moisture Content Meter, Dew Point meter dan Software Unisim Design R451.

Desain Penelitian dan Analisa Data

Penelitian dilakukan dengan pengamatan langsung di lokasi industri gas pada berbagai data pengamatan. Selanjutnya data pengamatan tersebut di analisis menggunakan software Unisim Design R451, untuk memecahkan permasalahan yang sedang dibahas.

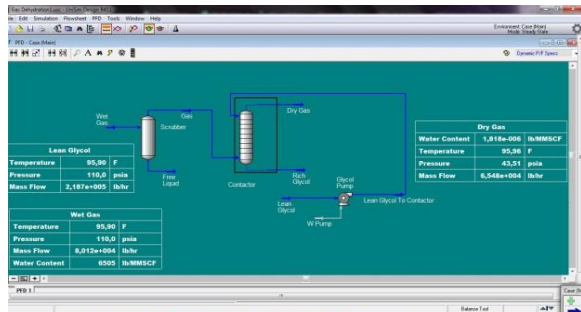
Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan metode dengan menganalisis suhu dan laju aliran lean glycol menggunakan software Unisim Design R451. Variasi suhu dan laju aliran lean glycol diterapkan pada perangkat lunak dan dianalisis. Adapun data dianalisis menggunakan software Unisim Design R451.

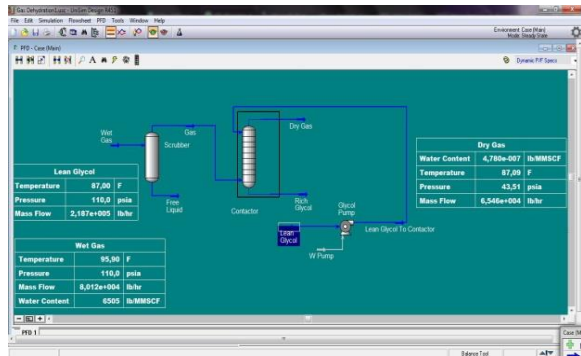
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pengaruh temperatur dan laju aliran lean glycol dilakukan dengan bantuan software Unisim Design R451. Variasi lean glycol yang

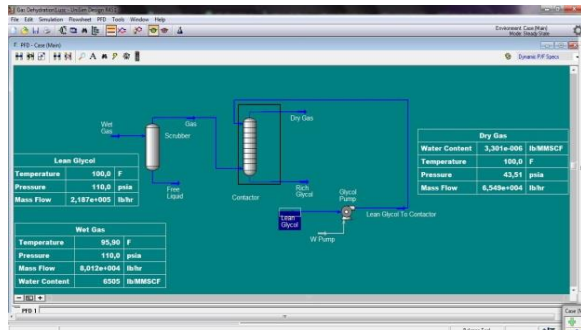
digunakan adalah : 95,90 °F, 87 °F, dan 100 °F dengan hasil kadar air 1,813 x 10⁻⁶ lb/MMscf, 4,783 x 10⁻⁷ lb/MMscf, 3,301 x 10⁻⁶ lb/MMscf. Kemudian variasi debit dari lean glycol adalah sebesar 8,012 x 10⁴ lb/hr, 2,205 x 10⁴ lb/hr, dan 2,187 x 10⁵ lb/hr dan kadar air yang dihasilkan adalah sebesar 3,847 x 10⁻⁴ lb/MMscf , 0,4591 lb/MMscf, dan 1,813 x 10⁻⁶ lb/MMscf.



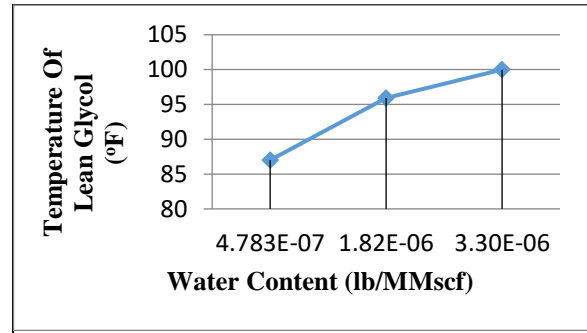
Gambar 1. Hasil kadar air pada dry gas dengan suhu lean glycol 95,90°F



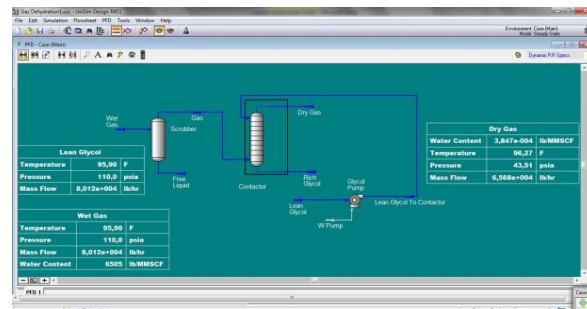
Gambar 2. Hasil kadar air pada dry gas dengan suhu lean glycol 87°F



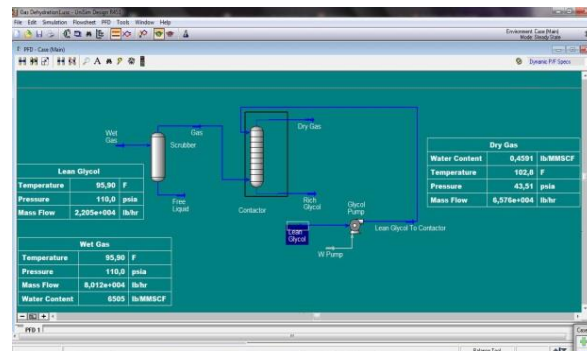
Gambar 3. Hasil kadar air pada dry gas dengan suhu lean glycol 100°F



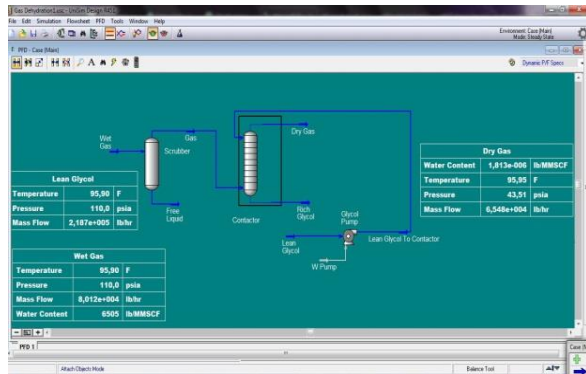
Gambar 4. Hasil kadar air dalam gas kering dengan suhu lean glycol 87°F sampai 100°F dalam grafik



Gambar 5. Hasil kadar air dalam gas kering dengan laju aliran lean glycol 8,012 x 10⁴ lb/hr

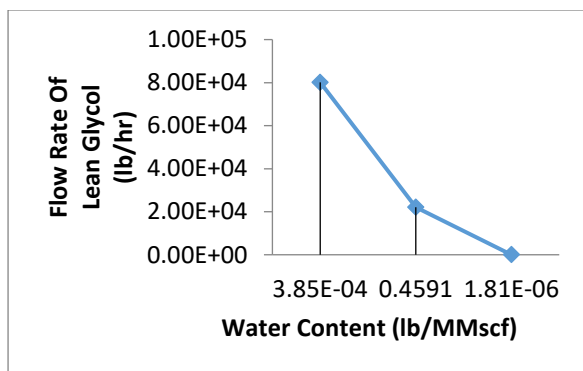


Gambar 6. Hasil kadar air dalam gas kering dengan laju aliran lean glycol 2,205 x 10⁴ lb/hr



Gambar 7. Hasil kadar air dalam gas kering dengan laju aliran lean glycol $2,187 \times 10^5$ lb/hr

Berdasarkan hasil analisis pengaruh temperatur dan kandungan aliran lean glycol hasil software Unisim Design R451 seperti pada Gambar 1-3 di atas yang menjelaskan bahwa kandungan air terendah pada *dry gas* dihasilkan pada data temperatur lean glycol. dari 87°F . Ini karena ketika lean glycol berada pada suhu yang lebih rendah saat melarutkan gas, kondisi penyerapannya baik, yang ditandai dengan tidak adanya kejadian berbusa karena suhu lean glycol yang lebih tinggi. Sebab, jika suhu lean glycol terlalu tinggi saat lean glycol menyerap kelembapan, maka akan terjadi peningkatan panas yang menyebabkan terbentuknya busa di kontaktor dan proses penyerapan tidak berjalan maksimal. Menggunakan temperatur lean glycol yang lebih rendah sebenarnya tidak masalah, namun jika terlalu rendah maka lean glycol akan memiliki kekentalan yang sangat tinggi sehingga sulit untuk dipompa.



Gambar 8. Hasil kadar air dalam gas kering dengan laju alir lean glycol $8,012 \times 10^4$ lb/hr, $2,205 \times 10^4$ lb/hr, dan $2,187 \times 10^5$ lb/hr pada grafik

Kemudian pada Gambar 5-7 terlihat bahwa kadar air yang lebih rendah berada pada kondisi laju aliran lean glycol. Sebab, semakin besar laju aliran lean glycol dapat menyebabkan proses penyerapan berjalan lebih merata. Namun jika kondisi lean glycol dengan flow rate seperti ini tidak akan selalu berjalan dengan baik karena lean glycol dengan flow rate yang lebih tinggi lama kelamaan juga dapat mengalami loss yang besar ketika melewati bubble cup tray pada kolom kontaktor sehingga sebagian dari lean glycol akan memercik ke dinding kontaktor. Oleh karena itu, untuk meminimalkan hal ini, laju aliran lean glycol sebaiknya disesuaikan dengan laju gas basah sebagai umpan ke gas contactor.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa laju alir lean glycol sebesar $2,187 \times 10^5$ lb/hr dan suhu lean glycol 87°F menghasilkan dry gas dengan kadar air yang lebih rendah. Namun, sebaiknya suhu dan laju aliran lean glycol disesuaikan untuk meminimalkan kenaikan atau penurunan suhu dan laju aliran lean glycol. Analisa menggunakan software Unisim Design R451 berguna menjadi masukan bagi industri gas alam, untuk mengestimasi kondisi proses dehidrasi gas di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Kurniawan, Muhrinsyah Fatimura, Nurlela, 2022, Pengaruh Variasi Laju Alir Gas Alam Terhadap Absorpsi Gas CO_2 Dan Waktu Pembakaran Gas Alam, Jurnal Redoks, Volume 7, No. 1, Januari – Juni 2022, 73-81, doi.org/10.31851/redoks.v7i1.8706
- Anggarana Setia Aji, Proyek Priyonggo Sumangun, Endah Wismawati, 2021, Pencegahan Terbentuknya Hidrat Dengan Insulasi Pada Operasional Pipa Gas Alam, Proceeding of National Conference on Pipeng Engineering and Its Application, Vol 5 No 1, 207-211, Retrieved from <https://journal.ppnns.ac.id/>
- BLJ Khasanah, 2023, Simulasi Proses dan Optimasi Konsumsi Energi pada

- Unit Dehidrasi Gas Alam menggunakan TEG, Universitas Pertamina, Retrieved from <https://library.universitaspertamina.ac.id/>
- Capriati, Florentina, 2014, *Perancangan Sistem Dehidrasi Gas Alam Dengan Triethylene Glycol Untuk Minimum Laju Gas Inlet Pada Lapangan "X" Job Pertamina-Talisman Jambi Merang*. Masters Thesis, UPN "Veteran " Yogyakarta
- Christensen, Dan Laudal, 2009, Gas Dehydration, Denmark : Aalborg University Esbserg.
- Daniel Jia Sheng Chong, Dominic C.Y. Foo, Zulfan Adi Putra, 2023, A reduced order model for triethylene glycol natural gas dehydration system, South African Journal of Chemical Engineering 44, 51–67, <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2023.01.001>
- Djoko, Suprpto, 2012, Gas Dehydration-Heater, Central Java, STEM.
- Dr.A.H Younger, 2004, Natural Gas Processing Principles and Technology Part I, Canada : University Of Calgary.
- Dr.Boyun Guo and Dr.Ali Ghalambor, 2005, Natural Gas Engineering Handbook 2nd Edition, Houston : Gulf Publishing Company.
- Huot, Kelly, White, Meagan, Acharya, Tathagata, 2019, Natural Gas Hydrates : A Review Of Formation and Preventio/Mitigation in Subsea Pipeline, Advanced Scienced Engineering and Madicine, Vol.11, 1-12.
- McCabe, Warren L., Smith, Julian C., Harriot, Peter, 1993, Unit Operations Of Chemical Engineering Fifth Edition, Singapore : McGraw-Hill, Inc.
- Muhammad Hidan Noer Fadl, Nadia Fahira, Annas Wiguno, Kuswandi Kuswandi, 2021, Pra Desain Pabrik Liquefied Natural Gas Dari Gas Alam, Journal of Fundamentals and Applications of Chemical Engineering, Vol. 02, No. 02, 57-64, <http://dx.doi.org/10.12962/j2964710X.v2i2.14364>
- Muslikhin Hidayat, Danang Tri Hartanto, Muhammad Mufti Azis dan Sutijan, 2020, Studi Penambahan Etilena Glikol dalam Menghambat Pembentukan Metana Hidrat pada Proses Pemurnian Gas Alam, JURNAL REKAYASA PROSES, Research article / Vol. 14, No. 2, 2020, hlm. 198-212, DOI: 10.22146/jrekpros.5987
- Saeed Rubaiee, 2023, High Sour Natural Gas Dehydration Treatment Through Low Temperature Technique: Process Simulation, Modeling And Optimization, Chemosphere, Volume 320, 138076, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138076>
- Saiful Bahri, Abas Sato, 2022, Optimalisasi Glycol Dehydration Unit Untuk Spesifikasi Gas Moisture Content Lapangan Gas Lepas Pantai Kepodang Blok Muriah, Al Qalam: Jurnal Ilmiah Keagamaan dan Kemasyarakatan , Vol 16, No 1, 377-394, DOI : 10.35931 /aq.v16i1.855
- Shell Group, 1994, Glycol Type Gas Dehydratin and Hydrate Inhibition Systems, London : Design Engineering Practice Publication.
- Sinnot, R.K., Chemical Engineering Design Volume 6, Amsterdam : Elseiver Butterworh Heinemann, 2005.
- Sisca Dina Nur Nahdliyah, Deny Arifianto, Winarno, 2021, Prediksi Water Removal Pada Proses Dehydration Gas Alam Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan, Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer, Vol. 7 No. 4, Retrieved from <https://jurnal.undhirabali.ac.id>
- Stewart, Maurice, Arnold, Ken, 2011, Gas Dehydration Field Manual, Amsterdam : Elseiver Inc.
- Sutanto Kevin, 2016, Teknologi Membran dalam Pengolahan Gas Alam, Jurnal Teknik Kimia ITB, 1-8, Retrieved from www.researchgate.net
- Tessa Audia Linarta , Christyfani Sindhuwati, Hardjono Hardjono, 2021, Estimasi

Temperatur Condensor Reflux (136 H09)
Pada Regeneration Unit Untuk
Penghematan Konsumsi TEG , Distilat :
Jurnal Teknologi Separasi, Vol. 7 No. 2,
95-103, <http://distilat.polinema.ac.id>

Treybal, Robert E.,1980, Mass Transfer
Operations, London : McGraw Hill Book
Company.

Wen-Cong Chen, Xue-Gang You, Ping Liu, Bao-
Chang Sun, Guang-Wen Chu, Liang-
Liang Zhang, 2021, Enhanced
Regeneration of Triethylene Glycol
Solution by Rotating Packed Bed for
Offshore Natural Gas Dehydration
Process: Experimental and Modeling
Study, Chemical Engineering and
Processing-Process Intensification,
Volume 168, <https://doi.org/10.1016/j.cep.2021.108562>