

## OPTIMASI KINERJA *WELLSTREAM COOLER* SEBAGAI SISTEM PENDINGINAN GAS ALAM DARI SUMURAN TERHADAP PENGARUH LAJU ALIR DAN PERBEDAAN SUHU LINGKUNGAN DI PLATFORM PHE NSO OFFSHORE

T. Tarich Akbar<sup>\*1,2</sup>, Reza Fauzan<sup>3</sup>, Alfian Putra<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe  
24301 Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

<sup>2</sup>PT. Pertamina Hulu Energi NSO, Lhokseumawe, Aceh, Indonesia

\*e-mail: teuku.tarichakbar@gmail.com

### *Abstract*

*This gas source that comes from the bowels of the earth contains many impurities and heavy hydrocarbons, both of which must be separated or even eliminated. To purify the treated gas to prevent damage to process equipment or pipe clogging. The removal process includes H<sub>2</sub>S removal, CO<sub>2</sub> removal, oily water removal, mercury removal, and water content removal in natural gas. This study aims to determine the effect of flow rate and ambient temperature differences on the performance of the wellstream cooler and the level of efficiency of the heat transfer process in the wellstream cooler. Observations will be focused on the offshore platform wellstream cooler cooling system at PT. PHE NSO. Based on observational data, the results obtained using the Hysys method by entering the required data completely, Hysys will automatically perform calculations according to what is required and the calculation results will be plotted in graphical form. Heat transfer efficiency based on Hysys application calculations all show results of 99%. Thus it can be seen the effect of changes in flow rate and ambient temperature on the heat transfer process. The greater the flow rate, the greater the heat transfer that occurs and the higher the ambient temperature, the smaller the heat transfer occurs, so that the lower the ambient temperature, the more effective the heat transfer occurs.*

**Keywords:** *gas source, heat transfer, impurities, plugging, wellstream cooler*

### PENDAHULUAN

Wilayah kerja NSO merupakan fasilitas *upstream offshore* yang ada di selat Malaka. Sumber gas pertama ditemukan oleh Exxonmobile pada tahun 1971 dan mulai beroperasi sejak tahun 1998 yang memiliki *well* dengan produksi gas tertinggi mencapai 200 mmscfd. Pada tahun 2015 hingga saat ini, wilayah kerja NSO diambil alih oleh PT. Pertamina Hulu Energi dengan rata-rata produksi harian *wet gas* sebesar 40 mmscfd dengan 5 *well* yang aktif.

*Platform* NSO merupakan fasilitas pertama yang mengatur dan mengolah produksi gas. Sumber gas yang berasal dari perut bumi, banyak terkandung impurities

(pengotor) dan hidrokarbon berat, yang harus dipisahkan bahkan dihilangkan. Proses pemurnian gas alam dilakukan untuk mencegah rusaknya peralatan proses atau terjadinya *plugging* (penyumbatan) pada pipa-pipa yang dapat mempengaruhi kinerja heat exchanger.

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan direkomendasikan bahwa penyumbatan sebaiknya tidak lebih dari 10% karena dapat berdampak pada penurunan efisiensi perpindahan panas yang sangat jauh dari nilai desain [1]. Hasil penelitian juga merekomendasikan penghilangan *impurities* dalam gas alam harus dilakukan untuk menghindari terbentuknya *sludge* yang mengakibatkan

penyumbatan pada *tube*. Oleh karena itu pembersihan pada *tubing heat exchanger* harus sering dilakukan. Adapun *impurities* yang harus dihilangkan antara lain adalah H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, *oily water*, merkuri, dan kadar air pada gas alam [2, 3].

Proses yang ada di *platform* NSO berfokus untuk menghilangkan kadar air yang tinggi pada *wet gas*. Kandungan air harus dibuang untuk mengurangi resiko korosi pipa dan menghilangkan resiko penyumbatan saluran yang disebabkan oleh pembentukan hidrat. Hidrat merupakan suatu zat padat yang merupakan campuran antara air dan hidrokarbon ringan yang dapat terjadi diatas titik beku air [4]. Diharapkan gas yang ditransfer melalui *pipeline* merupakan *dry gas* dengan kadar air yang sangat rendah yang akan diolah lebih lanjut di SRU (*Sulphur Recovery Unit*) Plant [5].

Gas yang keluar dari sumur produksi masih sangat banyak mengandung *impurities* yang diantaranya adalah air, *condensate*, dan lain sebagainya. Kandungan *impurities* yang dipisahkan di *NSO Offshore* adalah air dan *condensate* yang dapat membuat pipa korosif, *plugging*, dan juga mengganggu *fuel* untuk turbin yang menimbulkan surging pada turbin. Proses penghilangan kadar air dilakukan melalui proses hidrasi. Tahap awal yang membantu proses pemisahan *liquid* dari gas alam melalui *cooling system* yaitu menggunakan *wellstream cooler* [6].

*Wellstream cooler* adalah alat penukar panas yang berjenis *fin-fan*. *Wellstream cooler* di NSO Platform terdiri dari 4 *bank cooler* yang beroperasi secara paralel. Masing-masing *bank* memiliki 2 *tube bundles* dan motor elektrik yang menggerakkan *fan*. Total *fan* sebanyak 8 unit, dan dari proses pendinginan tersebut dapat menurunkan temperatur gas yang masuk pada temperatur antara 178-200 °F dan keluar pada temperatur 96 °F.

Aliran transfer produksi gas dari *wellhead* akan dialirkan ke pipa *production header*. *Production header* merupakan pipa penghubung aliran dari masing-masing *wellhead*. Setelah itu gas dari pipa *header*

tersebut masuk ke *wellstream cooler* masuk ke tahap proses pendinginan awal dan diharapkan fraksi berat dalam gas alam dapat terkondensasi semaksimal mungkin. Proses pendinginan yang terjadi mengakibatkan gas alam yang melalui *wellstream cooler* mengkondensasi fraksi yang lebih berat. Hasil kondensasi yaitu *liquid* akan dipisahkan dari gas alam dan menuju ke proses berikutnya di *Production Separator*.

Optimasi kerja *wellstream cooler* dikaji untuk mengetahui performa alat setelah dipakai selama belasan tahun, apakah masih mampu bekerja maksimal atau harus diganti dengan peralatan yang baru. Kajian dilakukan pada parameter laju alir dan perbedaan suhu lingkungan, karena parameter tersebut yang sering berubah saat proses berjalan dan berpengaruh terhadap performa alat [7].

Kajian ini dilakukan untuk menentukan pengaruh laju alir dan perbedaan suhu lingkungan terhadap kinerja *wellstream cooler* dan tingkat efisiensi proses perpindahan panas pada *wellstream cooler*.

## METODE

Pengamatan difokuskan pada sistem pendinginan *wellstream cooler*, *platform offshore* di PT. Pertamina Hulu Energi (PHE) NSO. Spesifikasi dan data desain peralatan *fin-fan wellstream cooler* diperlihatkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi *fin-fan wellstream cooler*

Jenis	Fin Fan	
Diameter dalam tube	25.04 mm	
Panjang tube	6096 STR length	
Diameter luar shell	9750 mm	
Bagian	Air	Tube
Fluida	Air	Hydrocarbon
Temperatur operasi (°F)	In : 74 Out : 92	In : 195 Out : 95
Tekanan Proses	65,98 Psi	778 Psig

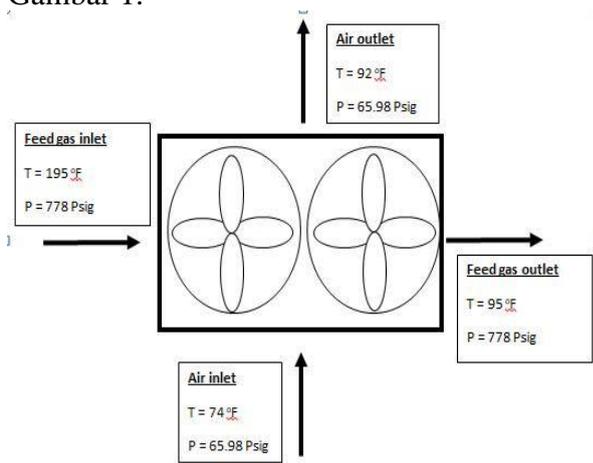
Kajian dilakukan secara simulasi dengan menggunakan software Hysys. Penggunaan Hysys untuk perhitungan dan

simulasi dalam bidang oil dan gas banyak digunakan oleh para peneliti [8, 9].

### Rancangan Percobaan

#### Kondisi Operasi dan Data Pengamatan

Kondisi operasi dan data pengamatan untuk perhitungan diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Data kondisi operasi

#### Analisa Data

Data pengamatan yang diperoleh dilakukan analisa dengan tahapan sebagai berikut:

Simulasi dilakukan dengan menggunakan aplikasi Aspen Hysys. Setelah aplikasi terbuka pilih *tab new* dan pilih *new template*. Kemudian input data komponen yang digunakan berdasarkan kebutuhan simulasi. Selanjutnya dipilih *exchangers* dan jenis *air cooled exchanger* pada menu. Kemudian masing-masing laju alir gas dan laju alir udara diinput sesuai dengan data yang dibutuhkan dan input tekanan proses yang digunakan berdasarkan kondisi aktual. Pada tahap selanjutnya input data masing-masing *stream* yang dibutuhkan untuk simulasi yaitu *temperatur*, *pressure*, *komposisi*, *desain exchanger* dan laju alir. Saat data yang dibutuhkan sudah lengkap, *Hysys* akan otomatis melakukan kalkulasi sesuai yang dibutuhkan.

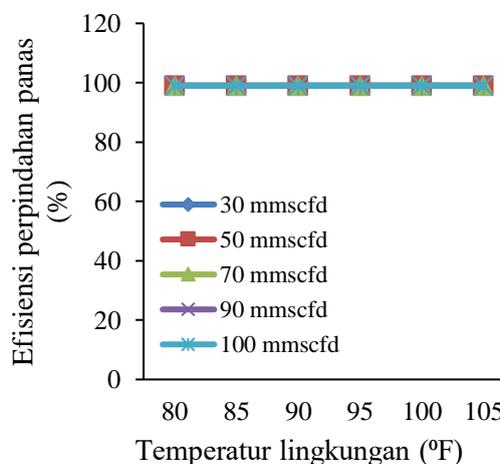
#### Tahap Pengolahan Data Hasil Analisa

Berdasarkan data input yang dimasukkan dalam aplikasi Hysys, maka hasil yang diperoleh dengan menggunakan aplikasi Hysys tersebut diplot dalam bentuk grafik. Sehingga, dapat dilihat pengaruh perubahan laju alir dan suhu lingkungan pada proses perpindahan panas dan diharapkan proses perpindahan panas yang terjadi maksimal.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data parameter yang digunakan dan hasil analisa menggunakan aplikasi Aspen Hysys, maka diperoleh hasil analisa seperti diperlihatkan pada Gambar 2 dan 3.

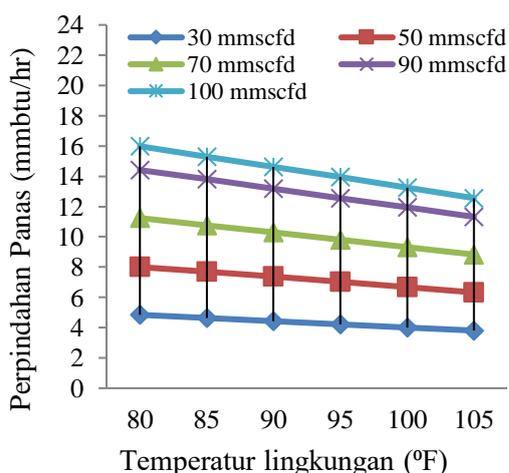
Efisiensi perpindahan panas sebagai fungsi temperatur lingkungan diperlihatkan pada Gambar 2. Dari Gambar 2 terlihat bahwa efisiensi perpindahan panas berdasarkan kalkulasi aplikasi *Hysys* menunjukkan bahwa pada semua variasi temperatur menghasilkan efisiensi 99%. Hal ini dikarenakan desain air cooler yang dihitung untuk laju alir sesuai dengan spesifikasi yang dimasukkan di aplikasi *Hysys* yaitu pada kondisi optimal, sedangkan untuk perhitungan yang dilakukan variasi laju alir dibawah spesifikasi sesuai dengan kondisi aktual dilapangan sekarang.



Gambar 2. Pengaruh temperatur lingkungan terhadap efisiensi

Proses perpindahan panas menggunakan *wellstream cooler fin-fan heat exchanger* dengan variasi laju alir dan temperatur lingkungan terjadi berdasarkan perpindahan panas secara konveksi paksa dimana gas melewati *tube-tube* dan didinginkan dengan udara dingin yang dihembuskan dari *fans* yang digerakkan oleh motor sehingga gas yang keluar dari *fin-fan heat exchanger* mengalami penurunan temperatur sesuai dengan kondisi operasi yang ditetapkan [10].

Pengaruh temperatur lingkungan terhadap perpindahan panas pada variasi laju alir diperlihatkan pada Gambar 3. Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur lingkungan maka semakin kecil perpindahan panas yang terjadi. Seperti terlihat pada Gambar 3 bahwa pada temperatur 80, 85, 90, 95, 100, dan 105 °F dengan laju alir yang sama yaitu 100 mmscfd didapatkan hasil perhitungan perpindahan panas yang berbeda dan cenderung semakin kecil. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu lingkungan maka massa jenis udara akan semakin berkurang, begitu juga dengan selisihnya. Berkurangnya massa jenis udara membuat laju aliran massanya semakin kecil. Laju aliran massa yang kecil mengakibatkan perpindahan kalor (panas) semakin rendah [11].



Gambar 3. Pengaruh temperatur lingkungan terhadap perpindahan panas

Dari Gambar 3 juga dapat dianalisis bahwa semakin tinggi laju alir maka laju

perpindahan panas akan semakin meningkat. Hasil perhitungan pada temperatur 80 °F dan pada laju alir 30, 50, 70, 90, dan 100 mmscfd didapat laju perpindahan panas secara berturut-turut masing-masing sebesar 4,846 mmbtu/hr, 8 mmbtu/hr, 11,241 mmbtu/hr, 14,409 mmbtu/hr, dan 15,986 mmbtu/hr. Hal ini dikarenakan semakin besar laju alir yang ada maka semakin besar pula laju perpindahan panas yang terjadi pada *wellstream cooler*.

Adapun permasalahan lain yang mungkin terjadi dan mempengaruhi kinerja *wellstream cooler* dan berpengaruh juga terhadap laju perpindahan panas diantaranya adalah menurunnya kecepatan pada *fans* yang biasanya disebabkan oleh rusaknya motoran atau *V-Belt* yang mengendur sehingga mengurangi efektifitas dari kinerja *fin-fan*. Solusinya adalah dengan melakukan perbaikan atau penggantian pada material yang rusak.

Pengaruh kecepatan *fans* terhadap perpindahan panas adalah peningkatan kecepatan aliran udara melalui putaran *fans*, akan meningkatkan laju massa udara yang mengalir sehingga laju perpindahan panas semakin meningkat [12]. *Plugging* yang terjadi didalam *tube* juga sangat berpengaruh terhadap proses perpindahan panas sehingga *tube* harus rutin dibersihkan saat ada jadwal *shutdown*, karena pengotoran atau *plugging* tersebut dapat mempengaruhi temperatur fluida dan koefisien perpindahan panas menyeluruh fluida tersebut [13].

Peralatan *analyzer vibration* juga sering bermasalah sehingga dapat menyebabkan *wellstream cooler* tidak bekerja optimal menurunkan temperatur dari gas alam, solusinya harus dilakukan kalibrasi ulang untuk membuat alat tersebut bekerja sebagaimana mestinya.

*Wellstream cooler* yang sedang beroperasi di platform PHE NSO masih dikategorikan efisien karena perpindahan panas yang terjadi masih bagus dan sesuai dengan hasil produksi yang dibutuhkan.

Diharapkan dengan perawatan yang rutin *wellstream cooler* yang sedang beroperasi dapat bekerja secara maksimal.

## KESIMPULAN

1. Proses perpindahan panas menggunakan *wellstream cooler fin-fan heat exchanger* dengan variasi laju alir dan temperatur lingkungan terjadi berdasarkan perpindahan panas secara konveksi paksa.
2. Pengaruh laju alir dan perbedaan suhu lingkungan terhadap kinerja *wellstream cooler* adalah semakin besar laju alir maka semakin besar perpindahan panas yang terjadi dan semakin tinggi temperatur lingkungan maka perpindahan panas yang terjadi semakin kecil sehingga semakin rendah temperatur lingkungan maka semakin efektif perpindahan panas yang terjadi.
3. Tingkat efisiensi perpindahan panas pada *wellstream cooler* pada yang diperoleh melalui aplikasi *Hysys* adalah 99%. Faktor yang mempengaruhi kinerja *heat exchanger* diantaranya adalah desain atau spesifikasi dari *heat exchanger*, laju alir massa, temperatur lingkungan, dan lain sebagainya.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penulisan artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Novia N., M. Faizal, and S. Hariadi, 2012. *Analisis pengaruh tube plugging terhadap karakteristik perpindahan panas heat exchanger dengan permodelan CFD*. Jurnal Rekayasa Sriwijaya, Vol. 3, No. 21,
- [2] Fatimura M., R. Fitriyanti, and R. Masriatini, 2018. *Penanganan gas asam (sour gas) yang terkandung dalam gas alam menjadi sweetening gas*. Jurnal Redoks, Vol. 3, No. 2, pp. 55-67.
- [3] Mulyati A.H., 2020. *Evaluasi kinerja methyl diethanol amine (mdea) dalam penyerapan kandungan H<sub>2</sub>S pada proses pengolahan gas alam*. Ekologia: Jurnal Ilmiah Ilmu Dasar dan Lingkungan Hidup, Vol. 20, No. 1, pp. 45-51.
- [4] Sembiring S., et al., 2020. *Pemanfaatan gas alam sebagai LPG (Liquified Petroleum Gas)*. Jurnal Teknik ITS, Vol. 8, No. 2, pp. F206-F211.
- [5] Kinigoma B. and G. Ani, 2016. *Comparison of gas dehydration methods based on energy consumption*. Journal of Applied Sciences and Environmental Management, Vol. 20, No. 2, pp. 253-258.
- [6] Ruud T., et al., 2015. *All subsea: a vision for the future of subsea processing*. in Offshore Technology Conference. OnePetro.
- [7] Ivanov N.G., et al., 2019. *Effect of gas flow direction on passive subsea cooler effectiveness*. Computational Thermal Sciences: An International Journal, Vol. 11, No. 1-2,
- [8] Andreasen A., 2020. *Applied process simulation-driven oil and gas separation plant optimization using surrogate modeling and evolutionary algorithms*. ChemEngineering, Vol. 4, No. 1, p. 11.
- [9] Olugbenga A.G., et al., 2021. *Validation of the molar flow rates of oil and gas in three-phase separators using aspen hysys*. Processes, Vol. 9, No. 2, p. 327.
- [10] Sharma A., et al., 2016. *Morphological characterization of fouling on air cooled fin fan heat exchangers*. in ASME International Mechanical Engineering Congress

- and Exposition. American Society of Mechanical Engineers. Vol. 50626, p. V008T010A103.
- [11] Intang A. and D. Darmansyah, 2018. *Analisa termodinamika laju perpindahan panas dan pengeringan pada mesin pengering berbahan bakar gas dengan variabel temperatur lingkungan*. Flywheel: Jurnal Teknik Mesin Untirta, Vol. 1, No. 1, pp. 34-38.
- [12] Syahrul R. and A. Akhyan, 2021. *Pengaruh kecepatan fluida pendingin (udara) terhadap unjuk kerja dan karakteristik perpindahan panas pada radiator sepeda motor Yamaha Nmax 155cc*. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 14, No. 2, pp. 106-111.
- [13] Sudrajat J., 2017. *Analisis kinerja heat exchanger shell & tube pada sistem COG booster di integrated steel mill Krakatau*. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 6, No. 3, pp. 174-181.