

Analisa Unit Kondensasi Pengolahan Air Limbah Industri Menggunakan Metode Hazops

Mey Rohma Dhani¹, Nora Amelia Novitrie², Nadia Aulia Rachmat³, Yesica Novrita Devi⁴,
Arsita Nuraini⁵, Muhammad Rizal R⁶

Teknik Permesinan Kapal, Keselamatan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya^{1,2,3}
Teknik Bangunan Kapal, Manajemen Bisnis, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya⁴
Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo Surabaya

E-mail: meyrohmadhani@ppns.ac.id

ABSTRAK

Industri pengolahan gas memiliki proses dehidrasi untuk menghilangkan kandungan air pada gas. Proses yang dilakukan yaitu dengan cara mengabsorpsi air dengan bantuan TEG (Triethylene Glycol). TEG yang mengandung air akan diegenerasi sehingga dapat dimanfaatkan kembali, sedangkan uap air yang masih mengandung hidrokarbon, zat pengotor dan berbau menyengat di proses dengan cara pembakaran [Christensen, 2009]. Proses pembakaran tersebut dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan dan menyebabkan potensi kebakaran, oleh karena itu dibuat proses pengolahan uap air sehingga air dapat digunakan kembali dan lebih aman terhadap lingkungan. Proses pengolahan air terdiri dari kondensasi, pengendapan dan penyaringan. Terdapat beberapa alat yang menggunakan tenaga gerak, berputar dan bantuan bahan kimia pada prosesnya. Berdasarkan analisa Hazard Operability Study (HAZOP) pada proses pengolahan air limbah di perusahaan gas unit kondensasi hasil identifikasi yang telah dilakukan di node 1, didapatkan *deviation* untuk parameter *flow*, *pressure*, dan *level*. Untuk parameter *flow*, bila tidak ada aliran (*no flow*) maka akan terjadi penurunan laju aliran sehingga pompa mengalami gangguan dan menyebabkan kavitasi sehingga diperlukan pengecekan pada *level control valve* secara rutin. Namun aliran yang terlalu tinggi (*more flow*) juga dapat menyebabkan korosi karena uap yang masih mengandung hidrokarbon sehingga diperlukan proses *pre-treatment* serta pemasangan *flow controller*.

Kata Kunci: pengolahan air limbah, hazops, kondensasi

ABSTRACT

The gas processing industry has a dehydration process to remove the water content in the gas. The process is carried out by absorbing water with the help of TEG (Triethylene Glycol). TEG containing water will be regenerated so that it can be reused, while water vapor which still contains hydrocarbons, impurities and pungent odors is processed by burning [Christensen, 2009]. The combustion process can cause damage to the environment and cause potential fires, therefore a water vapor treatment process is made so that water can be reused and is safer for the environment. The water treatment process consists of condensation, precipitation and filtration. There are several tools that use the power of motion, rotation and chemical assistance in the process. Based on the Hazard Operability Study (HAZOP) analysis on the wastewater treatment process at the gas condensing unit company, the results of the identification carried out at node 1, obtained deviations for the flow, pressure, and level parameters. For flow parameters, if there is no flow (*no flow*) there will be a decrease in the flow rate so that the pump is disturbed and causes cavitation so that it is necessary to check the control valve level regularly. However, a flow that is too high (*more flow*) can also cause corrosion because the steam still contains hydrocarbons, so a pre-treatment process and the installation of a flow controller are needed.

Keyword : wastewater treatment, hazops, condensation

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada pabrik pengolahan gas alam terdapat proses absorpsi. Salah satu proses yang memanfaatkan proses absorpsi adalah proses dehidrasi. Dehidrasi adalah proses penting dalam pengolahan gas offshore. Pada offshore plant, gas dehidrasi untuk menghindari bahaya yang berhubungan dengan transportasi pipa dan pengolahan wet gas. Masalah yang ditimbulkan terkait wet gas yaitu korosi, kondensasi air dan plug yang dibentuk oleh es ataupun hidrat gas [Christensen. 2009]. Uap air juga meningkatkan korosivitas gas alam, terutama ketika adanya gas yang bersifat asam [Gandhidasan. 2000]. Salah satu cara mencegah terjadinya hidrat adalah dengan mengurangi atau bahkan menghilangkan kandungan air dalam gas alam. Oleh karena itu, diperlukan proses absorpsi air oleh absorbent yang dianggap cukup efektif. Glycol adalah absorber yang sangat bagus untuk air karena gugus hidroksil di dalam glikol membentuk ikatan yang mirip dengan molekul air [Bahadori. 2009]. Penyerapan dengan menggunakan salah satu jenis glycol yaitu TEG (*Triethylene Glycol*) adalah salah satu cara untuk mencegah terbentuknya hidrat dan korosi [Hernandez.2006]. Kebanyakan produsen gas alam menggunakan *Tryethylene Glycol* (TEG) untuk menghilangkan air dari aliran gas alam karena TEG mudah diregenerasi .

TEG yang mengandung banyak uap air disebut *rich glycol* yang selanjutnya diproses lagi (*glycol regeneration*). *Rich glycol* dipanaskan di dalam reboiler sehingga uap air menguap dan TEG masih berada dalam phase liquid. TEG yang sudah bersih dari uap air ini akan digunakan kembali. Proses ini mempunyai produk samping yaitu uap air/vapor. Uap air memiliki kandungan pengotor dan berbau menyengat. Selama ini untuk mengatasi uap air tersebut adalah dengan cara pembakaran. Proses pembakaran memiliki potensi kebakaran & unplanned shutdown, pemborosan fuel gas dan menyebabkan pencemaran udara sehingga untuk mengatasi hal tersebut uap air akan dikondensasi dan melewati proses pengolahan air limbah sehingga dapat menjadi air bersih yang dapat dimanfaatkan lagi untuk keperluan sanitasi.

Beberapa tahapan yang dilalui yaitu kondensasi, pengendapan dan penyaringan. Proses kondensasi terjadi pada sebuah bejana uap air dari sistim TEG *recovery* pada temperature 212 F akan terkondensasi secara alami dikarenakan perbedaan suhu dan dimensi pipe line yang panjang. Proses selanjutnya yaitu mencampur chemical dengan liquid, agar terjadi flokulasi dan koagulasi yang bertujuan untuk mengendapkan partikel pengotor sehingga menjadi padatan sehingga terpisah antara liquid dengan kotoran padat. Tahapan terakhir adalah proses penyaringan dengan filter sludge dan filter

karbon sehingga dihasilkan air bersih.

Proses pengolahan ini baru dibuat oleh pabrik sehingga belum terdapat identifikasi bahaya oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi bahaya dengan menggunakan HAZOP. Pada proses ini terdapat beberapa peralatan yang menggunakan tenaga gerak, berputar dan bahan kimia. Tujuan penggunaan HAZOP adalah mengidentifikasi risiko yang terkait dengan operasi dan pemeliharaan system dan masalah potensial operabilitas dan penyebab gangguan operasional serta kemungkinan penyimpangan pada produk yang mengarah pada ketidaksesuaian produk. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan Analisa HAZOP pada proses pengolahan air limbah di perusahaan gas. Dokumen yang dihasilkan pada penelitian ini dapat digunakan oleh Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja untuk menunjang kegiatan uji kompetensi skema pengawasan K3 dengan judul unit menganalisis risiko di industri migas serta sesuai dengan rencana induk penelitian di bidang keselamatan (*safety*) dan manajemen pengelolaan limbah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan permasalahan di atas, rumusan masalah pokok dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana mengidentifikasi *deviasi* dari parameter proses di pengolahan air limbah dengan menggunakan HAZOP pada tahap pengkondensasian.
2. Bagaimana pengendalian risiko yang dapat diberikan berdasarkan hasil identifikasi.

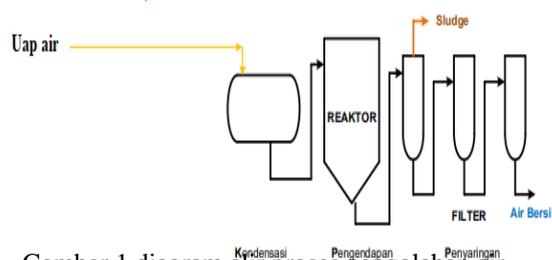
1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan:

1. Mengidentifikasi *deviasi* dari parameter proses kondensasi di pengolahan air limbah dengan menggunakan HAZOP.
2. Mengetahui pengendalian risiko yang dapat diberikan berdasarkan hasil identifikasi.

2. PEMBAHASAN

Proses pengolahan air limbah menjadi air bersih melalui beberapa tahapan yaitu kondensasi, pengendapan dan penyaringan yang digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1 diagram alir proses pengolahan air limbah

1. Kondensasi

Kondensasi merupakan perubahan keadaan fisik uap dari fase gas menjadi fase cair, terjadi ketika uap didinginkan akan berubah menjadi cair, kondensasi uap dimulai dengan pembentukan kelompok atom atau molekul yang lembab dalam volume udara antara fase gas dan permukaan cairan atau padatan [Hermana,2010]. Proses kondensasi yang dilakukan pada pengolahan air ini menggunakan tangki dengan volume 315 ft3 dan temperature 95OF dengan inlet flowrate 1000 L/hari. Uap air (Produk samping dari regenerasi TEG) akan diubah menjadi bentuk cair kemudian untuk diproses ke tahap selanjutnya

2. Pengendapan

Pada tahap ini akan terjadi proses koagulasi dan flokulasi. Koagulasi merupakan proses pengolahan air dimana zat padat melayang ukuran sangat kecil dan koloid digabungkan dan membentuk flok-flok dengan cara penambahan zat kimia. Flokulasi adalah penyisihan kekeruhan air dengan cara pengumpulan partikel kecil menjadi partikel yang lebih besar. Gaya antar molekul yang diperoleh dari agitasi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap laju terbentuknya partikel flok [Susanto. 2008]. Pada tangki pengendapan terjadi proses koagulasi dan flokulasi dengan penambahan bahan kimia dan didiamkan selama kurang lebih 5 menit untuk proses pengendapan hidrokarbon.

3. Penyaringan

Proses penyaringan untuk menghilangkan zat padat tersuspensi dari air melalui media berpori. Penyaringan adalah suatu operasi pemisahan campuran antara padatan dan cairan dengan melewatkan umpan (padatan + cairan) melalui medium penyaring. Untuk semua proses penyaringan, umpan mengalir disebabkan adanya tenaga dorong berupa beda tekanan, sebagai contoh adalah akibat gravitasi atau tenaga putar. Secara umum penyaringan dilakukan bila jumlah padatan dalam suspensi relatif lebih kecil dibandingkan zat cairnya [Oxtoby, 2016]. Air bersih yang dihasilkan pada proses ini sekitar 800 L/hari.

2.1 Tahapan penyusunan Hazop

Langkah awal dalam penyusunan Hazop adalah penentuan *study nodes*. Berdasarkan alur proses pengolahan air limbah, maka didapatkan 3 *study nodes* yaitu:

1. Proses kondensasi

Produk uap dari Regenerasi TEG dikondensasi pada V-251 menggunakan KO

POT. KO POT digunakan untuk memisahkan uap-cair. Produk cair dikirim ke M-206. Di sisi lain, produk uap dikirim ke M-250 Untuk dibakar.

2. Proses pengendapan (proses koagulasi dan flokulasi)
3. Proses Filtrasi

Setelah ditentukan *study nodes*nya, maka langkah berikutnya adalah proses identifikasi deviasi proses dari parameter yang ada di masing-masing nodes. Pada penelitian ini, identifikasi yang telah dilakukan adalah di node 1. Parameter yang didapatkan adalah:

- a. Flow
- b. Level
- c. Pressure

2.2 Identifikasi deviasi proses di study node 1

Hasil identifikasi deviasi proses di study node 1 dengan parameter *flow* dan *pressure*, yaitu sebagai berikut:

Tabel 1. HAZOP Node 1

<i>P&ID Number</i>	P-PID-6221 Rev10
<i>Proses Description</i>	Produk uap dari Regenerasi TEG dikondensasi pada V-251 menggunakan KO POT. KO POT digunakan untuk memisahkan uap-cair. Produk cair dikirim ke M-206. Di sisi lain, produk uap dikirim ke M-250 Untuk dibakar.

<i>Deviation</i>	<i>Consequence</i>	<i>Cause</i>	<i>Hazard</i>	<i>Risk</i>	<i>Recondation</i>	<i>mm</i>
<i>More Flow</i>	Terjadi korosi pada pipa yang membawa vapor dari TGRS 1 dan 2 menuju V-251	lajualir yang besar sehingga menyebabkan friksi yg besar dan uap yang masih mengandung sedikit hidrokarbon	Uap yang masih mengandung hidrokarbon	Kebocoran uap	Pemangan <i>flowcontroller</i> Perlu dilakukan <i>preterat ment</i> untuk menghilangkan hidrokarbon	
<i>No flow</i>	Terjadi kavitasi pada pompa P-212	Valve tidak berfungsi secara sempurna sehingga menyebabkan munculnya gelembung udara pada aliran yang akan dipompa	Penurunan <i>flow rate</i> dari P-212	Pompa tidak bisa bekerja secara maksimal	- Pengecekan LCV secara teratur - pengecekan airvent pada pompa P-212	
<i>More pressure</i>	Terjadi kelebihan tekanan pada <i>ground flare</i> menyebabkan api menjadi lebih tinggi dari cerobong flare	Tekanan pada gas meningkat	Akumulasi uap gas bertekanan	Kebakaran	Pemasangan <i>pressure relief valve</i>	
<i>More level</i>	Terjadi kerusakan pada tangki V-251	Peningkatan volume fluida yang masuk ke dalam tangki V-251	Tidak adanya pengatur level fluida	Terjadi kebocoran pada tangki V-251	Pemasangan <i>level controller</i>	

Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan di node 1, didapatkan *deviation* untuk parameter *flow*, *pressure*, dan *level*. Untuk parameter *flow*, bila tidak ada aliran (*no flow*) maka akan terjadi penurunan laju aliran sehingga pompa mengalami gangguan dan menyebabkan kavitasi sehingga diperlukan pengecekan pada *level control valve* secara rutin. Namun aliran yang terlalu tinggi (*more flow*) juga dapat menyebabkan korosi karena uap yang masih mengandung hidrokarbon sehingga diperlukan proses *pre-treatment* serta pemasangan *flow controller*.

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- a. Terdapat tiga parameter yang dihasilkan dalam proses identifikasi pada unit kondensasi meliputi *flow*, *level*, dan *pressure*
- b. Hasil identifikasi deviasi proses di study node 1. Didapatkan 4 deviasi yang meliputi *no flow*, *more flow*, *more pressure*, dan *more level*.

PUSTAKA

1. Christensen, D., L. 2009. Gas Dehydration (Thermodynamic Simulation of The Water/Glycol Mixture). Thesis M.Sc. Aalborg University, Esbjerg
2. Hermana Joni dan Boedisantoso Rachman, 2010, Kondensasi, Buku Ajar softcopy file. Surabaya.
3. Susanto, Ricky. 2008. Optimasi Koagulasi-Flokulasi dan Analisis Kualitas Air pada Industri Semen. Jakarta: Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
4. Oxtoby. 2016. Solid/liquid separation : equipment selection and process design. Elsevier