

POLA ALIRAN FLUIDA PADA DELIQUIDISER

Ragil T. Indrawati

Program Studi Teknik Mesin Universitas Sains Al-Quran Wonosobo

Email : ragil.indrawati@gmail.com

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel :

Diterima : 23 April 2018

Disetujui : 28 April 2018

Kata Kunci :

pola aliran, fluida, deliquidiser, ANSYS

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui fenomena pola aliran fluida yang terjadi pada deliquidiser serta properties yang ada pada daerah inlet, drain, oil outlet dan gas outlet. Penelitian dilakukan menggunakan pendekatan simulasi pemodelan matematis Computational Fluid Dynamic (CFD) menggunakan software Ansys. Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa model akan disimulasikan skala 1:1 pada 2 phase fluida yaitu fase gas dan liquid dengan 2 jenis fluida (gas dan liquid). Simulasi akan mengacu pada kondisi steady state dan tidak ada solid content. Asumsi inlet fluid pada kondisi 5% turbulence, komposisi gas dan fraksi volume gas & liquid ialah konstan. Drag coefficient yang digunakan ialah 0.44 dengan working pressure 207 psi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persebaran fraksi gas dari bagian inlet tersebar secara merata pada semua bagian. Akan tetapi, setelah weirplate, ketika melewati nozzle dan menuju outlet gas, gas cenderung bergerak ke atas. Sedangkan, fraksi liquid mengalir dibagian bawah tengah ke bawah setelah fraksi gas. Gas dan liquid velocity streamline menunjukkan pola pergerakan dari inlet kemudian menumbuk weirplate, melewati nozzle dan keluar melalui outlet gas. Optimasi pada sistem telah dilakukan dan hasil yang diperoleh menunjukkan nilai fraksi gas dan fraksi liquid sebesar 0.74 dan 0.17 dalam aliran yang keluar dari bagian outlet. Sedangkan, untuk mass flow pada outlet gas sebesar 8.8 kg/s dan mass flow pada drain sebesar 0.05 kg/s.

ARTICLE INFO

Article History :

Received : April 23, 2018

Accepted : April 28, 2018

Key words:

flow pattern, fluid, deliquidiser, ANSYS

ABSTRACT

The aim of this research is to know the phenomenon of fluid flow pattern that occurs in deliquidiser and also properties in inlet, drain, oil outlet and gas outlet. The research was conducted using simulation approach of Computational Fluid Dynamic (CFD) mathematical modeling using Ansys software. In this research it is assumed that the model will be simulated 1: 1 scale in 2 phase fluid that is gas phase and liquid with 2 type of fluid (gas and liquid). Simulations will refer to steady state conditions and no solid content. The fluid inlet assumption under 5% turbulence, gas composition and volume fraction of gas & liquid is constant. The drag coefficient used is 0.44 with a working pressure of 207 psi.

The results showed that the distribution of the gas fraction from the inlet portion was evenly distributed in all parts. However, after the weirplate, as it passes through the nozzle and into the gas outlet, the gas tends to move upwards. Meanwhile, the liquid fraction flows down the middle down after the gas fraction. Gas and liquid streamline velocity shows the movement pattern of the inlet then weirplate pounding, passing through the nozzle and out through the gas outlet. Optimization of the system has been done and the results obtained show the fraction of gas and liquid fractions of 0.74 and 0.17 in the outflow of the outlet. Meanwhile, for mass flow at gas outlet of 8.8 kg / s and mass flow on drain of 0.05 kg / s.

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, proses subsea khususnya untuk subsea separation, telah diakui sebagai salah satu teknologi separation yang paling banyak menjanjikan di industri lepas pantai. Dengan keberhasilan baru-baru ini di Perdido (Ju et al., 2010), Parque das Conchas /BC-10 (Deuel et al., 2011), dan Pazflor (Eriksen, 2012), proses subsea separation menarik perhatian dari industri karena kemampuannya untuk meningkatkan produksi, meningkatkan recovery, dan meningkatkan field economics pada skala komersial. Deliquidiser merupakan salah satu jenis teknologi separation yang dipasang pada inlet scrubber. Prinsip kerjanya sama dengan vane atau cyclone, tetapi deliquidiser digunakan untuk menghilangkan sisa liquid yang terbawa oleh aliran yang didominasi gas. McClimans dan Fantoft (2006) dan Di Silvestro dkk (2011) telah menyajikan tinjauan mengenai manfaat deliquidiser untuk proses pemisahan gas-liquid subsea, pemisahan gas-liquid subsea telah terbukti memberikan dampak positif pada industri, termasuk : (i) liquid boosting lebih efisien, (ii) jarak kompresi gas lebih jauh antara subsea ke darat, (iii) biaya hydrate manajemen lebih efisien. Penelitian mengenai teknologi separation terus berlanjut dan dikembangkan hingga membahas mengenai perilaku aliran dalam teknologi separator.

Pemodelan Computational Fluid Dynamics (CFD) digunakan untuk mempelajari perilaku aliran dalam teknologi separator. Malyshkina (2010) memperoleh parameter dinamis gas menggunakan metode komputasi CFD, dan prosedur tersebut dikembangkan untuk memprediksi pemisahan kemampuan gas dan liquid dari dengan menggunakan deliquidiser. Karimi dan Abdi (2009) memprediksi efek dari parameter inlet dan outlet nozzle pada kondisi tekanan tinggi dengan menggunakan MATLAB.

Hingga saat ini penelitian mengenai deliquidiser hanya terfokus pada manfaat serta efisiensi penggunaan deliquidiser tanpa membahas fenomena pola aliran fluida serta properties yang terjadi pada deliquidiser. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui fenomena pola aliran fluida yang terjadi pada

deliquidiser serta properties yang ada pada daerah inlet, drain, oil outlet dan gas outlet dengan menggunakan pemodelan matematis CFD.

2. LANDASAN TEORI

Computational fluid dynamic (CFD) merupakan salah satu sarana yang dapat digunakan dalam menganalisa fenomena pola aliran fluida, sebagai contoh fenomena yang terjadi sekitar kehidupan manusia (Indrawati, 2017). Beberapa pendekatan matematis CFD yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain:

a) Fluid Flow

Fluid flow (aliran fluida) merupakan aliran dari gas ataupun liquid dimana shear stress merupakan penentu dari gerakan fluida. Aliran dapat bersifat steady dan unsteady. Pada mekanika fluida, besaran dimensional seperti Reynold number, selalu digunakan untuk mendeskripsikan perilaku fluida. Definisi Reynold number ditunjukkan pada persamaan 1 (Mansour *et al.*, 2013).

$$Re = \frac{\rho V L}{\mu} \quad (1)$$

dimana V dan L merupakan kecepatan dan panjang aliran, ρ dan μ adalah flow density dan viscosity.

Re biasa digunakan untuk menunjukkan aliran bersifat laminar ataupun turbulent. Pada penelitian ini dilakukan simulasi dengan menggunakan steady flow dengan aliran turbulent.

b) Newton's Law

Newton's Law berlaku untuk Reynold's number antara 500 – 200.000, dan dapat diterapkan untuk pemisahan droplet atau partikel dari fase gas. Koefisien hambatan yang digunakan pada rentang $Cd = 0.44$ dengan nilai Reynold number 500

(turbulence). Persamaan Hukum Newton dinyatakan sebagai (Saramito, 2016):

$$V_t = 1.74 \sqrt{\frac{g D_p (\rho_l - \rho_g)}{\rho_g}} \quad (2)$$

$$D_p = K_{CR} \left[\frac{\mu^2}{g \rho_g (\rho_l - \rho_g)} \right] \quad (3)$$

Dimana V_t dan g adalah critical atau terminal gas velocity yang dibutuhkan untuk ukuran partikel D_p , ρ_g dan ρ_l adalah gas phase density dan liquid phase density, D_p adalah droplet diameter, K_{CR} adalah proportionality constant dan μ adalah viscosity dari continuous phase.

c) Multiphase flow

Aliran multifasa mengacu pada aliran yang terdiri dari lebih dari satu fase, misalnya partikel padat yang tersuspensi dalam cairan. Sebagian besar arus yang ditemukan di alam bersifat multifase. Ini juga merupakan kasus di banyak aplikasi industri dan aliran multifase dapat ditemukan di fluidised beds, stirred vessels dan bubble columns. Aliran multifase, terdiri dari tetesan natural gas dan oil droplets. Simulasi dinamik fluida komputasi (Computational fluid dynamic /CFD) dari aliran multifase satu jalur dipecahkan dengan menggunakan persamaan konservasi massa dan momentum, persamaan gas riil Lagrangian, Redlich Kwong. Dalam simulasi ini menggunakan persamaan gas nyata Redlich Kwong, yang diturunkan dari persamaan van der Waals digunakan untuk memprediksi parameter dinamika gas.

Redlich Kwong Equation

Persamaan Van der Waals tahun 1873 merupakan persamaan pertama yang

mewakili perilaku gas dengan memperhatikan hubungan antara koefisien PVT (Mansour *et al*, 2013) :

$$p = \frac{R T}{V - b} - \frac{a}{V^2} \quad (4)$$

dimana p merepresentasikan tekanan, T adalah temperatur, V adalah volum dan R adalah konstanta molar gas.

Model yang paling penting untuk modifikasi persamaan Van der Waals adalah persamaan Redlich-Kwong (RK) (Redlich dan Kwong, 1949). Persamaan ini mempertahankan Van der Waals hard-sphere tetapi memperhatikan pengaruh suhu :

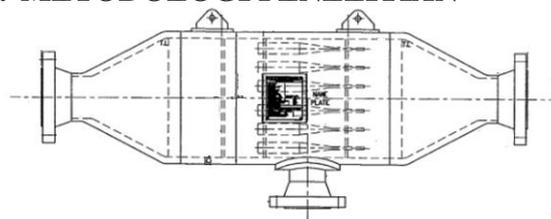
$$p = \frac{R T}{V - b} - \frac{a}{T^{0.5} V (V - b)} \quad (5)$$

Parameter RK a dan b dihitung untuk gas nyata menggunakan konstanta kritis untuk gas. Nilai a dan b didefinisikan sebagai persamaan berikut :

$$a = \frac{0.4278 R^2 T_c^{2.5}}{p_c} \quad (6)$$

$$b = \frac{0.0867 R T_c}{p_c} \quad (7)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Model Deliquidiser

Gambar 1 menunjukkan model deliquidiser yang akan dianalisa dan disimulasikan menggunakan pemodelan matematis CFD yaitu menggunakan software ANSYS. Simulasi bertujuan untuk mengetahui fenomena pola aliran fluida yang terjadi pada deliquidiser serta properties yang ada pada daerah inlet, drain, oil outlet dan gas outlet. Simulasi dilakukan melalui beberapa tahapan, antara lain :

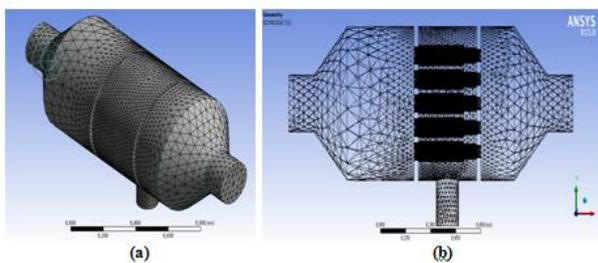
- 1) Mendefinisikan model
- 2) Pembuatan model 3D dan menentukan meshing
- 3) Menentukan kondisi boundary

- 4) Melakukan proses iterasi
- 5) Menganalisa hasil simulasi pola aliran fluida dalam deliquidiser

Dalam penelitian ini diasumsikan bahwa model akan disimulasikan skala 1:1 pada 2 phase fluida yaitu fase gas dan liquid dengan 2 jenis fluida (gas dan liquid). Simulasi akan mengacu pada kondisi steady state dan tidak ada solid content. Asumsi inlet fluid pada kondisi 5% turbulence, komposisi gas dan fraksi volume gas & liquid ialah konstan.

4. HASIL DAN DISKUSI

1) Boundary Condition dan Meshing



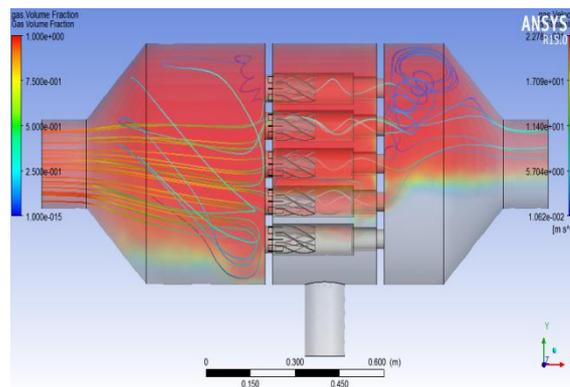
Gambar 2. Meshing model deliquidiser (a) isometric view (b) front view

Dalam melakukan kalkulasi numerik pada setiap node dan element pada model deliquidiser, perlu diperlukan pembentukan grid / meshing pada model deliquidiser sebagai boundary guna memperoleh hasil simulasi yang akurat. Jumlah node dan element mempengaruhi lama waktu pemecahan governing equation. Gambar 2 menunjukkan pemecahan governing equation aliran fluida multi fase pada deliquidiser menggunakan nodes 316324 dan elements sebanyak 1471373 dengan tingkat kepadatan mesh ialah medium. Penentuan jumlah meshing dibatasi sampai hasil simulasi model cukup representative. Meshing pada Ansys 15 telah menerapkan autogenerate mesh, sehingga software yang menentukan bentuk, distribusi dan konfigurasi mesh yang paling sesuai dengan kebutuhan. Tabel 1 menunjukkan boundary condition yang digunakan pada simulasi untuk mengetahui pola aliran deliquidiser.

Tabel 1. Boundary condition

| Set-up | |
|----------------------------|------------------------------|
| Working pressure | : 207 psi |
| Drag Coefficien | : 0.44 |
| Material Properties | |
| Densitas gas | : 0.70 lb ft ⁻³ |
| Densitas Liquid | : 48 lb ft ⁻³ |
| Gas-Liquid Surface tension | : 20.3 dyne cm ⁻¹ |
| Inlet | |
| Mass flow | : 8.8 kg s ⁻¹ |
| Gas Volume Fraction | : 0.10 |
| Liquid Volume Fraction | : 4.8 e ⁻⁶ |
| Turbance | : Medium (Intensity = 5%) |
| Iteration process | : 100 kali |

2) Gas Volume Fraction & Velocity Streamline



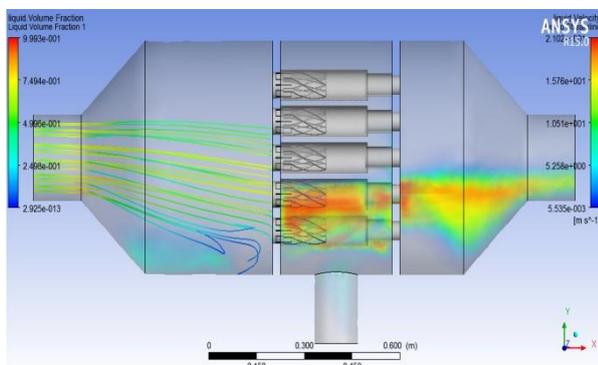
Gambar 3. Gas Volume Fraction & Velocity Streamline

Gambar 3 menunjukkan persebaran fraksi gas volume dan velocity streamline pada deliquidiser. Fraksi gas dari bagian inlet tersebar secara merata pada semua bagian. Akan tetapi, setelah weirplate, ketika melewati nozzle dan menuju outlet gas, gas cenderung bergerak ke atas. Sedangkan gas velocity streamline menunjukkan pola pergerakan berupa gas bergerak dari inlet kemudian menumbuk weirplate, melewati nozzle dan keluar melalui outlet gas.

Pada bagian outlet menunjukkan nilai fraksi gas sebesar 0.74 dan nilai fraksi liquid sebesar 0.17. Mass flow pada

bagian outlet 8.8 kg/s.

3) Liquid Volume Fraction & Velocity Streamline



Gambar 4. Liquid Volume Fraction & Velocity Streamline

Gambar 4 menunjukkan persebaran fraksi liquid volume dan velocity streamline pada deliquidiser. Fraksi liquid mengalir dibagian bawah tengah ke bawah setelah fraksi gas. Pergerakan fraksi liquid dapat dilihat mulai dari inlet, menumbuk weirplate melewati nozzle dan sebagian besar keluar nozzle menuju outlet gas serta sebagian kecil keluar melalui holes menuju drain. Besar fraksi liquid pada drain ialah sebesar 0.002. Hal ini sangat kecil disbanding dengan liquid yang keluar melalui outlet gas. Mass flow pada drain adalah sebesar 0.05 kg/s.

5. KESIMPULAN

Simulasi deliquidizer menunjukkan bahwa persebaran fraksi gas dari bagian inlet tersebar secara merata pada semua bagian. Akan tetapi, setelah weirplate, ketika melewati nozzle dan menuju outlet gas, gas cenderung bergerak ke atas. Sedangkan, fraksi liquid mengalir dibagian bawah tengah ke bawah setelah fraksi gas. Gas dan liquid velocity streamline menunjukkan pola pergerakan dari inlet kemudian menumbuk weirplate, melewati nozzle dan keluar melalui outlet gas.

Optimasi pada sistem telah dilakukan dan hasil yang diperoleh menunjukkan nilai fraksi gas dan fraksi liquid sebesar 0.74 dan 0.17

dalam aliran yang keluar dari bagian outlet. Sedangkan, untuk mass flow pada outlet gas sebesar 8.8 kg/s dan mass flow pada drain sebesar 0.05 kg/s.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Deuel, C.; Chin, Y.D.; Harris; Germanese; Seunson. (2011) 'Field Validation and Learning of Parque das Conchas (BC-10) Subsea Processing System and Flow Assurance Design'. OTC.21611.
- Di Silvestro, R; Abrand; Shaiek; Butin; Decrin. (2011) 'A Novel Gas/Liquid Separator to Enhance Production of Deepwater Marginal Field'. OTC.21394.
- Eriksen, S.; McLemon; Mohr. (2012) 'Pazflor SSPS Project, Testing and Qualification of Novel Technology: A key to success'. OTC.23178.
- Indrawati, RT. (2017) 'Analisa Numerik Kebocoran Gas Kompor Pada Dapur Rumah Hunian', Jurnal PPKM I (2017) pp 6-11. ISSN: 2354-869X.
- Karimi, A. dan Abdi, M., (2009), 'Selective dehydration of high-pressure natural gas using supersonic nozzles'. *Chem. Eng. Process*, 48, 560-568.
- Malyshkina, M., (2010). 'The procedure for investigation of the efficiency of purification of natural gases in a supersonic separator'. *High Temperature*, 48:244-250.
- Mansour, E. M. *et al.* (2013) 'Predicting PVT properties of Egyptian crude oils by a modified Soave-Redlich-Kowong equation of state', *Egyptian Journal of Petroleum*. Egyptian Petroleum Research Institute, 22(1), pp. 137-148. doi: 10.1016/j.ejpe.2012.09.005.
- O. Redlich and J. N. S. Kwong, *Chem. Rev.* 44, 233 (1949).
- Saramito, Pierre. (2016) 'A damped Newton algorithm for computing viscoplastic fluid flows', *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics* Volume 238, December 2016, Pages 6-15.