

Analisa Desain Jalur Inlet Vertikal Liquid Gas Separator Menggunakan Metode Aliran 2 Fasa

Moch. Indra Maghfurin^{1*}, Muh. Anis Mustaghfirin², Abdul Gafur³

DIV Teknik Perpipaan, Terknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Nganjuk, Indonesia^{1}*

DIV Teknik Permesinan Kapal, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia²

DIV Teknik Permesinan Kapal, Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia³

Email: maghfurinindra@gmail.com^{1*}; mustaghfirin@gmail.com^{2*}; abdul.gafur10@mhs.ne.its.ac.id^{3*};

Abstract – Analyze of Piping Design Inlet Vertical Liquid-Gas Separator after experiencing an Increase flowrate, Analyze covers fluid velocity in piping and pressure drop, this research use manual calculation method with two phase flow and software to analyze aspen hysys, API RP 14E is code and standart used in this research and the purpose of this research is for make sure the fluid velocity is in safety range and the pressure drop not causing failing process.

Keyword: Two-Phase Flow, Liquid-Gas, Pressure Drop, Velocity, Fluids Mechanic, Hysys

Nomenclature

n = Jumlah Mol

M = Molecular Mass, kg/kmol

ρ_g = Density gas, $\frac{kg}{m^3}$,
From Gas Composition

ρ_f = Density liquid, $\frac{kg}{m^3}$,
from Data Sheet Oil

ρ_m = Density Campuran, kg/m³

u_g = Gas Velocity, m/s

u_f = Liquid Velocity, m/s

u = Mean Velocity, m/s

A = Area of Flow, m²

A_g = Area of Gas Flow, m²

A_f = Area of Liquid Flow, m²

W = Mass Rate of Flow, $\frac{kg}{s}$

W_g = Gas Mass Rate of Flow, $\frac{kg}{s}$

W_f = Liquid Mass Rate of Flow, $\frac{kg}{s}$

v = Mean Specific Volume, $\frac{m^3}{kg}$

v_g = Gas Specific Volume, $\frac{m^3}{kg}$

v_f = Liquid Specific Volume, $\frac{m^3}{kg}$

G = Mass Velocity, kg/m²s

μ_g = Viskositas Gas, $N \frac{s}{m^2}$,

From Gas Composition

μ_f = Viskositas Liquid, $N \frac{s}{m^2}$.

From Data Sheet Oil

μ = Viskositas Fluida, $N \frac{s}{m^2}$

x = Mass Quality Gas.

1 - x = Mass Quality Liquid.

a = Cross Sectional Area Gas.

1 - a = Cross Sectional Area Liquid.

L = Length, M

f_{TP} = Friction Factor Two Phase

1. PENDAHULUAN

Jalur perpipaan inlet dari sebuah vertikal liquid-gas separator mengalami kenaikan flowrate dan mengakibatkan kecepatan dalam pipa mengalami peningkatan hingga melebihi kecepatan maksimum fluida yang diijinkan oleh code and standart API RP14E hal ini mengakibatkan desain dari jalur tersebut harus dilakukan redesain, setelah melakukan redesain pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa tentang desain yang baru antara lain kecepatan fluida dengan metode perhitungan manual fluida dua fasa dan pressure drop yang terjadi dan melakukan running pada software aspen hysys. Jalur perpipaan ini menggunakan

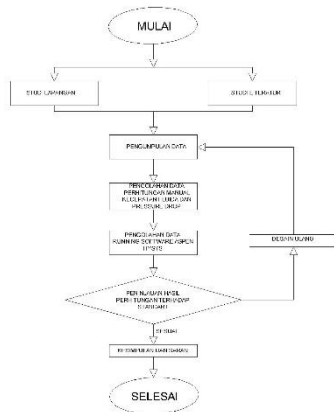
NPS 8” dan 12” Schedule 80 dan fluida yang mengalir bertekanan kurang lebih 650 psig, bertemperatur sekitar 100 Fahrenheit

2. METODOLOGI

2.1 Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode perhitungan manual dan bantuan software hysys perhitungan meliputi kecepatan fluida dan pressure drop yang terjadi didalam jalur perpipaan ini menggunakan beberapa persamaan yang diambil dari beberapa sumber antara lain API RP14E tahun 1991[1] dan buku Convective Boiling and Condensation 3rd Edition[2]

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap seperti pada flow chart berikut.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

2.2 Perhitungan Manual Fluida

$$\alpha = \frac{A_g}{A} , 1 - \alpha = \frac{A_f}{A} \tag{1}$$

$$x = \frac{W_g}{W_g+W_f} , 1 - x = \frac{W_f}{W_g+W_f} \tag{2}$$

$$G = \frac{W}{A} = \rho u = \frac{u}{v} \tag{3}$$

$$W_g = GAx, W_f = GA(1 - x) \tag{4}$$

$$u_g = \frac{W_g}{A_g} , u_f = \frac{W_f}{A_f} \tag{5}$$

$$u_g = \frac{Q_g}{A_g} , u_f = \frac{Q_f}{A_f} \tag{6}$$

$$u_g = \frac{G x}{\rho_g a} , u_f = \frac{G (1-x)}{\rho_f (1-a)} \tag{7}$$

$$\rho_g = \frac{MM P}{RT} \tag{8}$$

$$MM = n M \tag{9}$$

$$\rho_m = x \rho_g + (1 - x)\rho_f \tag{10}$$

$$A = \pi D^2 / 4 \tag{11}$$

$$W = A\rho_m u \tag{12}$$

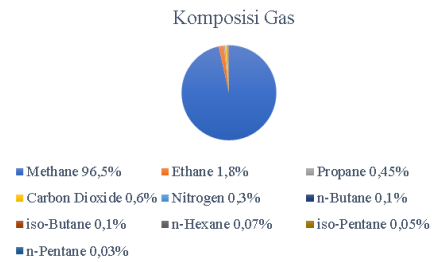
$$\Delta P = \frac{2 f_{TP} L G^2 v_f}{D} \left(1 + \frac{x}{2} \left(\frac{v_{fg}}{v_f} \right) \right) + G^2 v_f \left(\frac{v_{fg}}{v_f} \right) x \tag{13}$$

(Sumber: Convective Boiling and Condensation 3rd Edition[2])

3.HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Penelitian

Berikut adalah komposisi dari fluida yang mengalir didalam pipa



Gambar 2. Komposisi Fluida

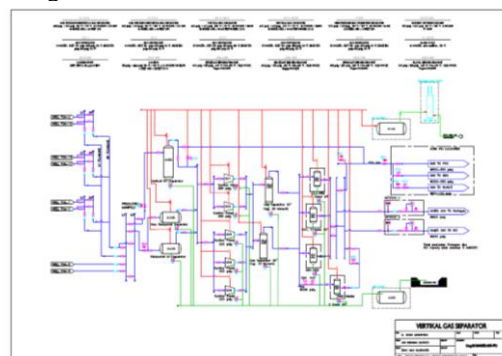
(sumber : ISO 12213-2. (2006). Natural gas - Calculation of compression factor - Part 2: Calculation using molar-composition analysis. 61010-1 © Iec:2001, 2006, 13.[3])

Berikut adalah data penelitian yang tertera pada tabel 1 untuk penelitian ini

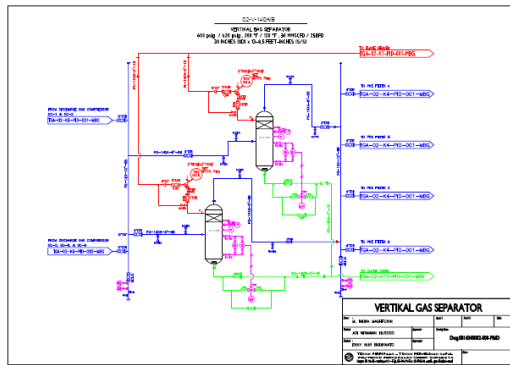
Tabel 1 Data Penelitian.

No. Flow	1	2	3
Vapour Fraction	0,999626	0,999633	0,999633
Temperature (F)	99,35254	99,42735	99,42735
Pressure (psig)	645,9176	644,4632	644,4632
Gas Flow (MMSCFD)	58,91725	29,45862	29,45862
Mass Flow (lb/hr)	108379,7	54189,87	54189,87
Liquid Flow (BBL/Day)	3,042138	1,494171	1,494171

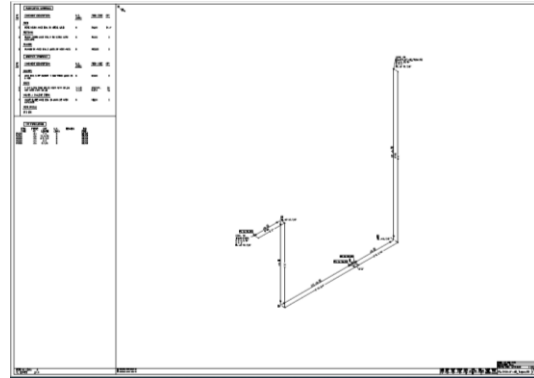
Proses flow diagram dari desain yang akan dilakukan analisa sebagai berikut pada gambar 3 dan gambar Piping & Instrumentation Diagram pada gambar 4



Gambar 3 Process Flow Diagram

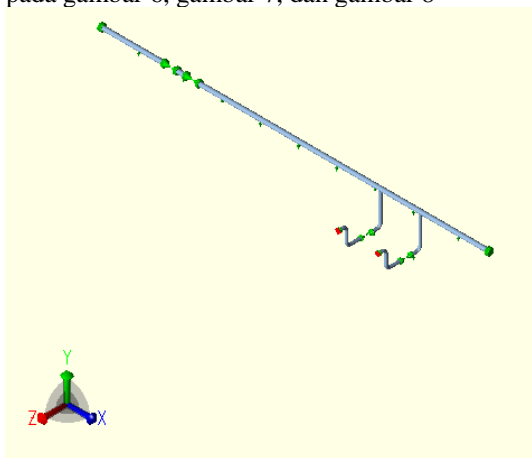


Gambar 4 Piping and Instrumentation Diagram

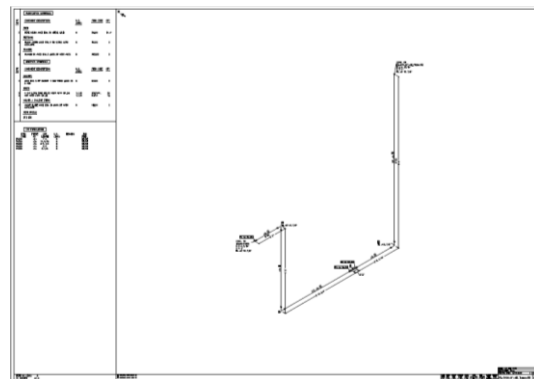


Gambar 7 Isometric Drawing PG-140A-8''-6B

Desain yang akan dianalisa memiliki jalur seperti pada gambar 3D yang terdapat pada gambar 5 berikut dan dijelaskan pada isometric drawing pada gambar 6, gambar 7, dan gambar 8



Gambar 5. 3D Drawing Inlet Separator



Gambar 8 Isometric Drawing PG-140B-8''-6B

3.2 Perhitungan Manual

Berikut adalah hasil dari perhitungan manual kecepatan fluida didalam jalur perpipaan yang diteliti

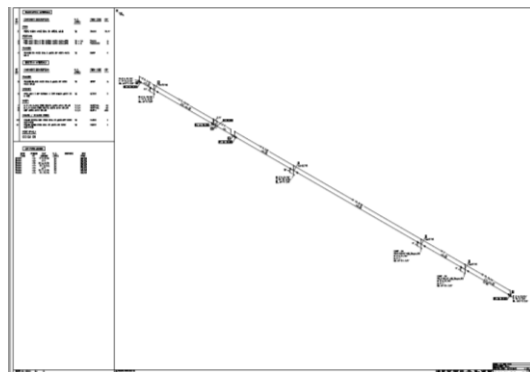
Tabel 2. Hasil Perhitungan Manual Kecepatan Fluida

No. Flow	Diameter (Inchs)	Capacity (MMSCFD)	Fluids Velocity (Feet/Sec)	Max.Velocity (Feet/Sec)	Min. Velocity (Feet/Sec)
1	12	58,917247	23,966	44,925	10
2	8	29,458624	20,111	44,906	10
3	8	29,458624	20,111	44,906	10
4	8	29,331149	25,65	44,504	10
5	8	29,331149	25,65	44,504	10
6	12	58,662297	21,603	44,499	10

Berikut hasil perhitungan manual pressure drop yang dibandingkan dengan keluaran hasil running hysys

Tabel 3. Hasil Perhitungan Manual : Hysys Pressure Drop

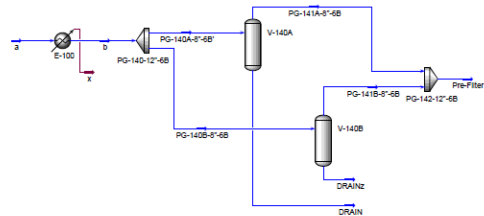
No. Flow	Diameter (Inchs)	Capacity (MMSCFD)	Pressure (psi)	Pressure Drop Perhitungan Manual	Pressure Drop Software Hysys	Perbedaan (%)
1	12	58,917247	645,830	0,22	0,239	8,6
2	8	29,458624	645,530	0,35	0,371	6
3	8	29,458624	645,530	0,35	0,371	6
4	8	29,331149	642,330	0,045	0,04	12,5
5	8	29,331149	642,330	0,045	0,04	12,5
6	12	58,662297	642,030	0,03	0,034	13,3



Gambar 6 Isometric Drawing PG-140-12''-6B

3.3 Software Hysys

Gambar berikut merupakan input dari software hysys berupa PFD atau process flow diagram dari sistem dari perpipaan ini



Gambar 9. Running Software Hysys

Tabel berikut merupakan hasil keluaran dari hysys :

Tabel 4 Hasil Running Software Hysys

Unit	Area	Volume	Weight	Volume	Weight	Volume	Weight
Header Fraction	0.9996	0.999674	0.999674	1	0	0	1
Temperature	99.3525026	99.3525026	99.3525026	99.16988	99.16988	99.16988	99.16988
Pressure	645.917176	645.917176	645.917176	642.204241	642.204241	642.204241	642.204241
Mass Flow	58.917251	58.917251	58.917251	29.31148	29.31148	29.31148	29.31148
Mass Flow	23.966	23.966	23.966	12.7475	12.7475	12.7475	12.7475
Header Fraction	0.999626	0.999626	0.999626	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633
Temperature	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735
Pressure	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632
Mass Flow	29.458624	29.458624	29.458624	14.94171	14.94171	14.94171	14.94171
Mass Flow	20.111	20.111	20.111	10.0555	10.0555	10.0555	10.0555
Header Fraction	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633
Temperature	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735
Pressure	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632
Mass Flow	12.7475	12.7475	12.7475	6.37375	6.37375	6.37375	6.37375
Mass Flow	6.37375	6.37375	6.37375	3.186875	3.186875	3.186875	3.186875
Header Fraction	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633
Temperature	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735
Pressure	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632
Mass Flow	6.37375	6.37375	6.37375	3.186875	3.186875	3.186875	3.186875
Mass Flow	3.186875	3.186875	3.186875	1.5934375	1.5934375	1.5934375	1.5934375
Header Fraction	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633
Temperature	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735
Pressure	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632
Mass Flow	3.186875	3.186875	3.186875	1.5934375	1.5934375	1.5934375	1.5934375
Mass Flow	1.5934375	1.5934375	1.5934375	0.79671875	0.79671875	0.79671875	0.79671875
Header Fraction	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633
Temperature	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735
Pressure	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632
Mass Flow	1.5934375	1.5934375	1.5934375	0.79671875	0.79671875	0.79671875	0.79671875
Mass Flow	0.79671875	0.79671875	0.79671875	0.398359375	0.398359375	0.398359375	0.398359375
Header Fraction	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633
Temperature	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735
Pressure	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632
Mass Flow	0.79671875	0.79671875	0.79671875	0.398359375	0.398359375	0.398359375	0.398359375
Mass Flow	0.398359375	0.398359375	0.398359375	0.1991796875	0.1991796875	0.1991796875	0.1991796875
Header Fraction	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633
Temperature	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735
Pressure	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632
Mass Flow	0.398359375	0.398359375	0.398359375	0.1991796875	0.1991796875	0.1991796875	0.1991796875
Mass Flow	0.1991796875	0.1991796875	0.1991796875	0.09958984375	0.09958984375	0.09958984375	0.09958984375
Header Fraction	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633	0.999633
Temperature	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735	99.42735
Pressure	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632	644.4632
Mass Flow	0.1991796875	0.1991796875	0.1991796875	0.09958984375	0.09958984375	0.09958984375	0.09958984375
Mass Flow	0.09958984375	0.09958984375	0.09958984375	0.049794921875	0.049794921875	0.049794921875	0.049794921875

4. KESIMPULAN

1. Desain yang digunakan seperti pada gambar 3D dan Detail Drawing, dengan Diameter 12” untuk Header dan 8” untuk jalur perpipaan Inlet dan Outlet,
2. Seluruh Pipa menggunakan Material A106 Gr.B Sch 80.
3. Pada jalur sebelum Equipment menggunakan perhitungan Aliran dua fasa gas dan liquid yang memiliki flow pattern Mist dengan vapour fraction 0,999626, Temperature 99,35254 F, Tekanan 645,9176 psig, Flow rate 58,91725 MMSCFD, dan 3,042138 BPD, Kecepatan Fluida 23,966 Feet/Second, Pressure Drop 0,2204 psi untuk Header (PG-140-12”-6B) dan vapour fraction 0,999633, Temperature 99,42735 F, Tekanan 644,4632 psig, Flow rate 29,458624 MMSCFD, dan 1,494171 BPD, Kecepatan Fluida 20,111 Feet/Second, Pressure Drop 0,3497 psi untuk jalur perpipaan inlet ke equipment (PG-140A-8”-6B dan PG-140B-8”-6B)

4. SARAN

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan

berbagai pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, adik-adik, dan ponakan yang telah memberikan banyak kasih sayang, nasehat hidup, doa, dukungan moril serta materil, dan segalanya bagi penulis.
2. Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc. FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
3. Bapak George Endri Kusuma, ST., M.Sc.Eng sebagai Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dan dosen pembimbing penulis.
4. Bapak Dimas Endro Witjonarko, ST., MT. sebagai Koordinator Program Studi Teknik Perpipaan, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
5. Bapak Dr. Muh. Anis Mustaghfirin, S.T.,M.T. sebagai dosen pembimbing I yang telah memberikan banyak bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan tugas akhir dengan sabar.
6. Bapak Abdul Gafur, S.T., M.T. sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan tugas akhir dengan sabar.
7. Kedua orang tua yang telah memberi banyak kasih sayang dan juga nasehat selama menempuh perkuliahan ini.
8. Keluarga besar Teknik perpipaan yang telah memberikan bantuan serta arahan kepada penulis.

7. PUSTAKA

Semuarujukan yang tercantumdalamdaftarpustakaharusdirujukdalam pembahasan, sehinggadaftarpustakahanyamemuatpustaka yang dirujukdalam pembahasan. Pernyataandalampembahasan yang merujukkepadapustakadiberikanketeranganperujukandenganmenggunakannomor pustakasesuai yang tercantumpadaftarpustakadanditulisdalamkurungsiku, seperti [1],[2,5-7]. Pustakaharusditulisdengan system Harvard Referencing Standard.Denganpenulissannamapengarangdantah unpadateks (Nama, tahun). Semua yang terteradaldamdaftarpustakaharusdirujukdalamteks.

[1] APIRP14E. (1991). Recommended Practice for Design and Installation of Offshore Production Platform Piping Systems.

*American Petroleum Institute
Recommended Practice 14E*, (March
2007), 22.

- [2] G. Collier and R. Thome (1994) *Convective Boiling and Condensation* 3rd Edition . Clarendon Press - Oxford
- [3] ISO 12213-2. (2006). *Natural gas - Calculation of compression factor - Part 2: Calculation using molar-composition analysis*. 61010-1 © Iec:2001, 2006, 13.