

# Pemodelan dan Analisis Pengaruh Penambahan *Orifice Plate* menggunakan *Software* Ansys di Perusahaan Gas Alam PT. X

Boby Dwi Satrio<sup>1\*</sup>, Emie Santoso<sup>2</sup>, Nopem Ariwiyono<sup>3</sup>

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>1\*,2</sup>

Program Studi D4 Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia<sup>3</sup>

Email: [bobydwi29@student.ppns.ac.id](mailto:bobydwi29@student.ppns.ac.id)<sup>1\*</sup>; [emie.santoso@ppns.ac.id](mailto:emie.santoso@ppns.ac.id)<sup>2\*</sup>; [nopem@ppns.ac.id](mailto:nopem@ppns.ac.id)<sup>3\*</sup>

**Abstract** - Increased natural gas production capacity of PT. X in East Java experienced condensation problems due to the addition of orifice plate which reduced the pressure from 650 psi to 50 psi, causing a temperature difference in the pipeline and environment. It also causes erosion due to changing flowrate then become turbulent flow. The velocity value will determine the value of  $Re$ , this calculation aims to prove that changing of gas flowrate after the orifice occurs changes in flow characteristics of the laminar flow into turbulent flow, after that it determines the value of the erosion rate, the amount of mass of the area unit lost, the minimum thickness, lifetime value, also modeling using Ansys software. Analytical method that used in this research is variations analysis in the addition of orifice plate. Based on the test results, the value of the change in velocity was obtained from 2.805 m/s to 41 m/s; erosion rate 0.133 mm/year; the mass of the unit area lost is  $3.491 \times 10^{-9}$  kg per second per  $1 \text{ m}^2$  in the area of the inner wall of the pipe, the minimum thickness of the pipe is 0.866; 0.499; 0.150; and the lifetime of the pipe is 31 years; 34 years old; and 36 years. In CFD modeling, there is a change in laminar flow to turbulence.

**Keyword:** ansys, erosion, flowrate, lifetime, orifice plate

## Nomenclature

EL	Laju Erosi (mm/year)
V	Kecepatan Fluida (m/s)
$\dot{m}_p$	Laju Massa Partikel (kg/s)
D	Diameter (m)
EL	Erosion Rate (mm/year)
pt	Density of Target Material (kg/m <sup>3</sup> )
Cunit	Unit Conversion Factor (m/s~mm/year)

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan produksi gas alam pada salah satu perusahaan gas alam PT. X di daerah Jawa Timur mengalami peningkatan kapasitas karena adanya pengeboran sumur baru dari 14 Sumur berkapasitas total 8 MMSCFD menjadi 19 Sumur yang kapasitas totalnya 30 MMSCFD. Gas alam terdiri dari gas-gas hidrokarbon seperti metana, etana, propana, butana, dan sejumlah kecil hidrokarbon yang lebih berat. Gas-gas lain seperti karbon dioksida, hidrogen sulfida, nitrogen oksida, merkaptan, uap air dan beberapa jejak senyawa organik dan anorganik juga hadir dalam gas alam. Pengolahan gas alam diperlukan untuk mendapatkan spesifikasi gas alam sesuai dengan persyaratan produk yang baku. Oleh karena itu, fasilitas produksi sangat penting untuk menunjang hasil dari produksi gas alam agar integritasnya terjaga.

Perusahaan gas alam PT. X mengalami permasalahan kondensasi. Permasalahan tersebut terjadi karena adanya pemasangan *orifice plate* yang

menurunkan tekanan dari 650 psi menjadi 50 psi yang mengakibatkan perbedaan suhu didalam pipa dan dilingkungan.

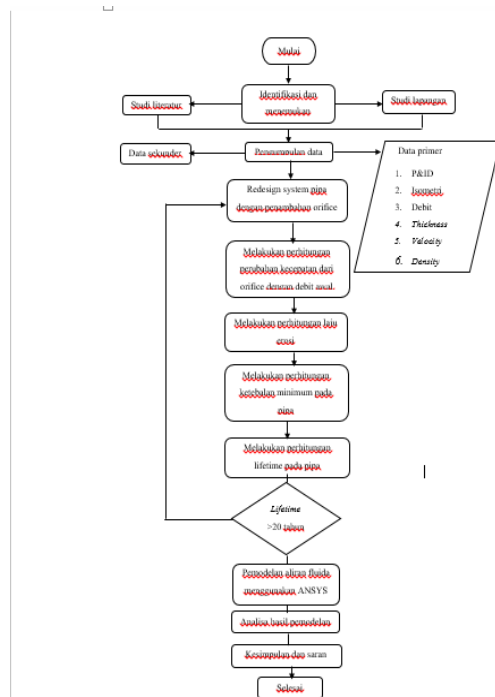
Orifice Plate (Sebuah plat lubang) adalah pelat tipis dengan lubang di tengah. Hal ini biasanya ditempatkan dalam pipa aliran fluida di mana ketika cairan mencapai pelat orifice, dengan lubang di tengah, cairan dipaksa untuk berkumpul untuk pergi melalui lubang kecil [6]. titik konvergensi maksimum sebenarnya terjadi tak lama hilir orifice fisik, pada titik kava disebut contracta. Seperti tidak demikian, kecepatan dan perubahan tekanan. Di luar contracta vena, cairan mengembang dan kecepatan dan tekanan perubahan sekali lagi. Dengan mengukur perbedaan tekanan fluida antara bagian pipa normal dan di vena contracta, tingkat aliran volumetrik dan massa dapat diperoleh dari persamaan Bernoulli

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh penempatan orifice plate terhadap laju erosi pada jalur pipa menggunakan variasi penambahan orifice untuk menentukan besar kecepatan aliran yang timbul setelah melewati orifice. Nilai kecepatan ini akan menentukan besar nilai  $Re$  dari suatu aliran dan dilakukan pemodelan menggunakan software ANSYS.

## 2. METODOLOGI

### 2.1 Metode Penelitian

Untuk diagram alir metodologi pada penelitian kali ini yaitu Analisa ketebalan material *horizontal gas separator* dan jalur pipa untuk peningkatan kapasitas gas *plant* dapat dilihat pada gambar 3 berikut ini



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### 2.2 Orifice

*Orifice Plate* (Sebuah plat lubang) adalah pelat tipis dengan lubang di tengah. Hal ini biasanya ditempatkan dalam pipa aliran fluida di mana ketika cairan mencapai pelat *orifice*, dengan lubang di tengah, cairan dipaksa untuk berkumpul untuk pergi melalui lubang kecil, titik konvergensi maksimum sebenarnya terjadi tak lama hilir *orifice* fisik, pada titik kava disebut *contracta*. Seperti tidak demikian, kecepatan dan perubahan tekanan. Di luar *contracta* vena, cairan mengembang dan kecepatan dan tekanan perubahan sekali lagi. Dengan mengukur perbedaan tekanan fluida antara bagian pipa normal dan di vena *contracta*, tingkat aliran volumetrik dan massa dapat diperoleh dari persamaan Bernoulli.

### 2.3 Korosi Erosi

Korosi erosi adalah korosi yang di sebabkan oleh erosi yang mengikis lapisan pelindung material, zat erosi itu dapat berupa fluida yang mengandung material abrasive. Korosi erosi sering di temui pada pipa-pipa minyak, gas dan fluida lainnya. Korosi erosi adalah korosi yang terjadi pada permukaan logam yang disebabkan aliran fluida yang sangat cepat sehingga merusak permukaan logam dan lapisan pelindung. Korosi erosi juga dapat terjadi karena efek-efek mekanik yang terjadi pada

permukaan logam, misalnya: pengausan, abrasi dan gesekan. Logam yang mengalami korosi erosi akan menimbulkan bagian-bagian yang kasar dan tajam.

### 2.4 Laju Erosi

Pada suatu system perpipaan terdapat parameter seperti temperature yang tinggi, tekanan fluida, kandungan dari fluida, laju aliran fluida dan terdapat gelembung pada fluida maka sangat rentan terjadinya erosi pada jalur pipa. Dalam system perpipaan dngan kondisi seperti ini maka akan sangat membutuhkan perhitungan laju erosi, dengan melakuak perhitungan laju erosi maka akan memudahkan untuk mengetahui ketahanan material dalam menahan erosi. Perhitungan *erosion rate* ini dilakukan dengan mengacu pada rumus dari DNV RP O501-Rev4.2-2007 sebagai berikut untuk menghitung laju erosi pada pipa :

$$\dot{E}L = 2.5 \times 10^{-5} \times v^{2.6} \times \dot{m}p \times D^{-2} \quad (1)$$

Keterangan:

$\dot{E}L$ = Laju Erosi	(mm/year)
$v$ = Kecepatan fluida	(mm/s)
$\dot{m}p$ = Laju massa partikel	(lb/s)
$D$ = Diameter pipa	(mm)

### 2.5 Laju Aliran Masa Hilang per Satuan Luas

Perhitungan nilai laju aliran masa yang hilang per satuan luas pada material terinstall digunakan untuk mengetahui besar masa yang hilang per satuan luas akibat erosi. Terjadinya erosi sendiri disebabkan oleh banyak faktor antara lain, faktor kecepatan aliran, faktor adanya padatan pada aliran, dan faktor ketahanan material itu sendiri. Perhitungan untuk menentukan nilai tersebut menggunakan rumus persamaan yang mengacu pada terbitan *Jurnal Internasional hasil konferensi NACE Internasional Conference: Shanghai Section yang berjudul Evaluation of Different Modelling Methods Used for Erosion Prediction*, oleh Mysara Eissa Mohyaldin.(Mysara Eissa Mohyaldin).

$$\dot{E} = \frac{\square \square \square \square}{\square 1000 \square 3600 \square 24 \square 365} \quad (2)$$

Keterangan:

$\dot{E}L$ = <i>erosion rate</i>	(mm/year)
$EL$ = Laju Erosi	(kg/m <sup>2</sup> .s)
$\rho_t$ = Density of target material	(kg/□ <sup>3</sup> )
Cunit = Unit conversion factor	(m/s~ mm/year)

### 2.6 CFD

CFD (Computational Fluids Dynamics) merupakan teknik numerik yang digunakan dalam proses penyelesaian masalah persamaan aliran fluida dan transfer panas didalam geometri aliran yang telah ditentukan. CFD mempunyai pengaplikasian yang luas dalam cakupan aliran fluida dan transfer panas, termasuk dalam bidang kedirgantaraan dan

industri nuklir, di bantu dengan ketersediaan komputer dengan kemampuan super. Hal tersebut juga berkembang pada industri lainnya, yaitu industri kimia dan petrokimia. Selain itu juga dalam waktu dekat ini dipakai dalam industri makanan, dengan batasan variasi dalam investigasi masalah didalamnya.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Perhitungan Laju Erosi

Perhitungan laju erosi pada pipa digunakan untuk mengetahui ketahanannya terhadap erosi. Terjadinya erosi sendiri disebabkan oleh banyak faktor antara lain, faktor kecepatan aliran, faktor adanya padatan pada aliran, dan faktor ketahanan material itu sendiri. Perhitungan untuk menentukan nilai erosi pada pipa menggunakan rumus persamaan yang mengacu pada rumus DNV RP O501. Adapun data yang dibutuhkan untuk menunjang perhitungan laju erosi ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1: Data Material Pipa

Data Pipa	Nilai	Satuan
OD	0.0603	m
ID	0.04922	m
Wall Thickness	0.00554	m
Material Density	7800	kg/m

Tabel 2: Data Fluida

Data Fluida Gas	Nilai	Satuan
Debit	0.00533	m <sup>3</sup> /s
Kecepatan	2.805	m/s
Mass Flow	0.08846	kg/s

$$\begin{aligned} \dot{E}_L &= 2.5 \times 10^{-5} \times 2.805^{2.6} \times 7800 \times 0.04922^{-2} \\ &= 0.133 \text{ mm/year} \end{aligned}$$

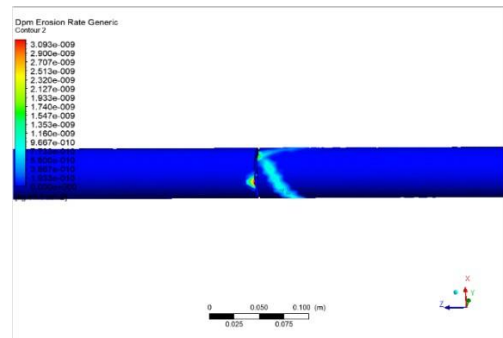
#### 3.2 Hasil Perhitungan Laju Aliran Masa Hilang per Satuan Luas

Perhitungan nilai laju aliran massa yang hilang per-satuan luas pada pipa digunakan untuk mengetahui besar massa yang hilang per-satuan luas akibat erosi. Untuk mengetahui laju aliran massa yang hilang-per satuan luas pada pipa digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \dot{E}_\square &= \frac{0.133 \square 7800}{1000 \square 3600 \square 24 \square 365} \\ &= 3.491 \times 10^{-9} \text{ kg/m}^2.\text{s} \end{aligned}$$

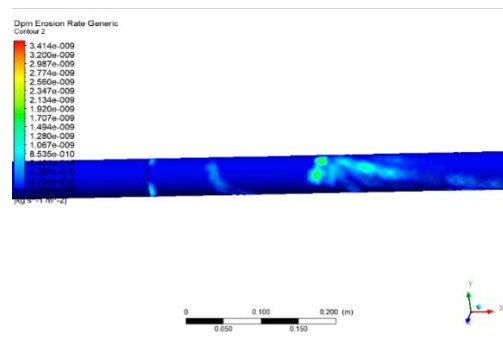
#### 3.3 Pemodelan CFD

Pada hasil analisa *Fluent*, didapatkan nilai mass loss dari objek penelitian. Hasil tersebut akan divalidasikan dengan perhitungan manual.



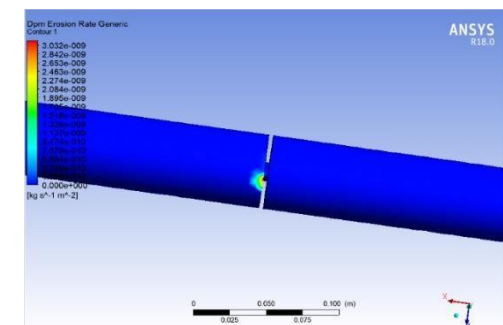
Gambar 2. Kontur laju aliran massa menggunakan 1 orifice

Pada hasil tersebut didapatkan nilai laju massa yang hilang untuk orifice 1 akibat erosi yang terjadi sebesar 3.093E-009 kg/ m<sup>2</sup>.s.



Gambar 3. Kontur laju aliran massa menggunakan 1 orifice

Pada hasil tersebut didapatkan nilai laju massa yang hilang untuk orifice 2 akibat erosi yang terjadi sebesar 3.414E-009 kg/ m<sup>2</sup>.s



Gambar 4. Kontur laju aliran massa menggunakan 1 orifice

Pada hasil tersebut didapatkan nilai laju massa yang hilang akibat erosi yang terjadi sebesar 3.032E-009 kg/ m<sup>2</sup>.s

Tabel 3: Perbandingan Hasil Running

Perbandingan Hasil Running			
Orifice	Software (kg/ m <sup>2</sup> .s)	Manual (kg/ m <sup>2</sup> .s)	Error(%)
1	3.093E-09	3.491E-09	11.400
2	3.414E-09		2.205
3	3.032E-09		13.148

Dari hasil perbandingan antara software dengan manual untuk orifice 1 persen eror yang diperoleh 11.4%, untuk orifice 2 yaitu sekitar 2.205%, sedangkan untuk orifice 3 yaitu sekitar 13.148%. hal ini terjadi karena untuk perhitungan software menggunakan bantuan alat sehingga

memiliki eror sendiri tidak dapat divalidasi(100%).

#### 4. KESIMPULAN

- Perubahan kecepatan dilanjutkan menghitung laju erosi berdasarkan DNV RP 0501-2015, didapatkan nilai laju erosi pada pipa sebesar 0.133 mm/year.
- Besarnya massa persatuan luas yang hilang sebesar  $3.491 \times 10^{-9}$  kg setiap detiknya per 1 m<sup>2</sup> pada luasan dinding dalam pipa.
- Hasil pemodelan menggunakan CFD terdapat perubahan aliran yang awalnya laminar menjadi turbulent

#### 5. SARAN

Saran yang diberikan penulis kepada peneliti yang akan melakukan penelitian selanjutnya antara lain:

- Analisa teknis dan ekonomis dengan variasi jenis material dan tata letak lubang orifice yang bisa digunakan.
- Analisa pengaruh penambahan lubang orifice terhadap perubahan kecepatan dan laju erosi.

#### 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari penyusunan jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi dari berbagai pihak, penulis menyampaikan terimakasih sebesar-besarnya kepada :

- Bapak Ir. Eko Julianto, M.Sc. FRINA selaku Direktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Bapak George Endri Kusuma, ST., M.Sc.Eng sebagai Ketua Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dan dosen pembimbing penulis.
- Bapak Dimas Endro Witjonarko, ST., MT. sebagai Koordinator Program Studi Teknik Perpipaan, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- Bapak Pekik Mahardhika, S.ST., M.T. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Perpipaan, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
- Ibu Ir. Emie Santoso, M.T dan Bapak Nopem Ariwiyono, ST, M.T sebagai dosen pembimbing 1 dan 2 yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan selama pengerjaan tugas akhir.
- Kedua orang tua yang telah memberi banyak nasehat dan motivasi selama menempuh perkuliahan ini.
- Keluarga besar Teknik perpipaan yang telah memberikan bantuan kepada penulis.

#### 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] API 570. (2000). Piping Inspection Code: In-Service Inspection, Rating, Repair, and Alteration of Piping Systems. American Petroleum Institute:

- Washington DC
- [2] ASME (2014). ASME B31.3-2014 (Revision of ASME B31.3-2012). Process Piping, ASME Code for Pressure Piping, B31. The American Society of Mechanical Engineering: U.S.A.
- [3] Ghurri, Ainul. (2014). *Dasar-Dasar Mekanika Fluida*. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Udaya.
- [4] ISO 5167-2, (2003). *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular-cross section conduits running full*. Indonesia.
- [5] Mysara Eissa Mohyaldin, d. (n.d.). Evaluation of Different Modelling Methods Used for Erosion Prediction. NACE Internasional Conference. Shanghai Section: NACE Internasional Conference
- [6] Palani S, Kuriackose, Deljin, Shanmugan S, Srinivasan R, Ganapathy. (2015). *Installation study of effect on orifice plate*. Department of Mechanical Engineering Vel Tech Multitech Dr. Rangarajan Dr. Sakunthala Engineering College, Avadi, Chennai-62.
- [7] Ridwan, N. (2000). *Mekanika Fluida Dasar*. Jakarta: Gunadarma.
- [8] Shakouchi, T. (2012). *Effect of Pressure Fluctuation on Flow Accelerated Corrosion in the Downstream of Orifice Nozzle*. **Journal of Fluid Science and Technology**