

# The Rule of Oil Leak Volume Estimation in Environment Forensic Analysis

Siregar, S.<sup>1,5</sup>, Sukarno, P.<sup>1,5</sup>, Trisnobudi, A.<sup>2,5</sup>, Soewono, E.<sup>3,5</sup>, Sidarto, K.A.<sup>3,5</sup>, Riza, L. S.<sup>4,5</sup>, Rahmawati, S. D.<sup>3,5</sup>, Rohani, N.<sup>5</sup>

- 1) Petroleum Engineering Department of ITB
- 2) Physics Engineering Department of ITB
- 3) Mathematics Department of ITB
- 4) Electrical Engineering Department of ITB
- 5) Research Consortium OPPINET ITB

## Abstract

Leaking pipeline is a serious problem in the petroleum industry since over a hundred years. Leaking pipeline attracts public awareness to the environment and requires additional cost for environmental reconditioning. To minimize environmental impact and production loss, it is important for the oil industry to locate the leak and detect its volume as soon as possible. When the leak volume has been estimated, by comparing with a certain threshold value, it can be concluded whether that oil volume would cause pollution or be degraded by the nature if it is less than the threshold value. This estimate is necessary as a preliminary step before running a forensic analysis, which may use fingerprint analysis to determine the origin of oil pollution. An example in this paper shows that the amount of oil from a leaking pipe is lower than the acceptable threshold value.

**Keywords:** *Leaking pipeline, Volume Leak Estimation, environment recovery*

## 1. Latar Belakang

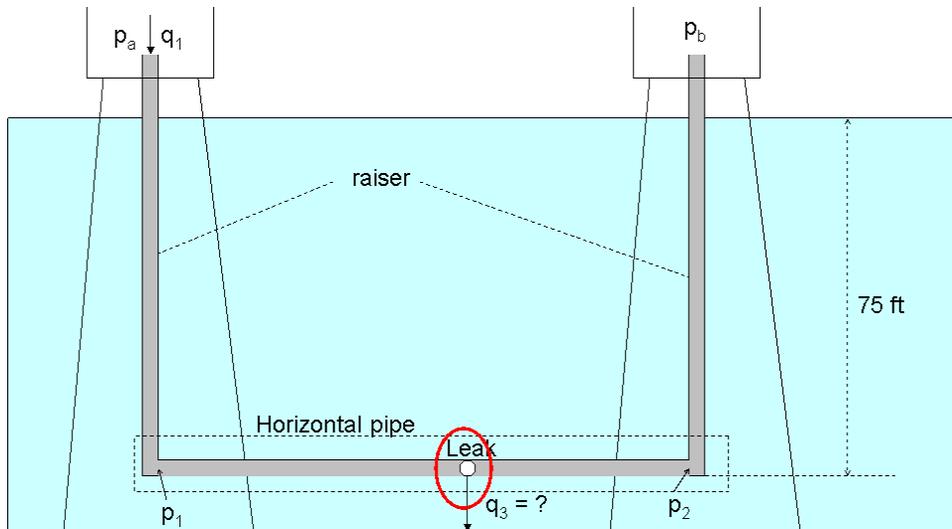
Indonesia dengan kekayaan sektor migas yang cukup besar selalu berusaha untuk meningkatkan produksi tiap tahunnya seiring dengan kebutuhan energi dan devisa yang meningkat karena pertambahan populasi. Dengan meningkatnya kegiatan operasi dalam industri migas, seperti industri lainnya, semua operasi memiliki risiko, a.l. kerusakan alat, adanya sampah atau limbah industri. Dalam industri migas, sebenarnya sudah diterapkan standar operasi yang sangat ketat dari segi "Health, Safety and Environment" (HSE) mulai dari pemboran sumur sampai produksi dan pemasangan pipa dan instalasi lainnya. Limbah dapat berasal dari air yang diproduksi bersama minyak, di mana air masih mengandung butiran2 minyak yang meskipun telah dipisahkan, masih mengandung butiran2 kecil emulsi minyak-air. Batas ambang untuk ini ialah 15 ppm minyak dalam air sebelum dibuang ke tanah atau air permukaan (sungai, danau). Namun ada pula limbah yang berasal dari sumber2 lain, misalnya melalui pipa bocor, kapal-kapal tanker ataupun unit-unit pengilangan minyak. Perkembangan ini memberikan dampak kerusakan lingkungan. Terjadinya limbah dalam industri perminyakan merupakan sesuatu yang tidak direncanakan, tetapi hal ini

merupakan suatu kenyataan yang tidak dapat dihindari pada banyak lapangan minyak. Volume Kebocoran minyak dapat terjadi dalam skala kecil maupun besar. Jika volume kebocoran terjadi dalam skala kecil atau kurang dari nilai ambang tertentu (misalkan 15 bbl) maka kemungkinan bahwa minyak itu terdegradasi secara alamiah sangat besar. Hal ini tidak menyebabkan dampak negatif bagi lingkungan. Jika kebocoran yang terjadi dalam skala besar (melebihi nilai ambang) kerugian yang akan ditanggung oleh masyarakat dan perusahaan akan sangat banyak, baik dari segi kerugian produksi maupun biaya pembersihan dan ganti rugi pada masyarakat sebagai akibat kebocoran tersebut. Tentunya, hal ini sangat perlu untuk dicegah melalui pengkajian risiko kebocoran pipa (pipeline leak risk assessments) dan memberikan lapisan pelindung tambahan pada titik2 yang rawan bocor. Jika kebocoran masih terjadi juga, maka perlu dilakukan perkiraan sumber kebocoran, baik lokasi maupun besarnya kebocoran dengan model kuantifikasi untuk memprediksi besarnya kebocoran. Analisa kualitatif untuk menentukan besarnya limbah dilakukan dengan metode fingerprint analysis (analisa kimiawi). Kebocoran yang terjadi dibawah permukaan laut kemungkinan akan memberikan volume kebocoran yang lebih kecil dibandingkan jika kebocoran tersebut terjadi dibawah permukaan tanah. Hal ini disebabkan oleh tekanan di bawah permukaan laut biasanya lebih besar dari tekanan dibawah permukaan tanah. Pada makalah ini, hanya akan dijelaskan metoda pendekatan estimasi besarnya volume kebocoran pada pipa yang mengalirkan minyak atau gas. Informasi mengenai volume kebocoran ini menjadi pertimbangan dalam langkah awal analisis forensik.

## **2. Metodologi**

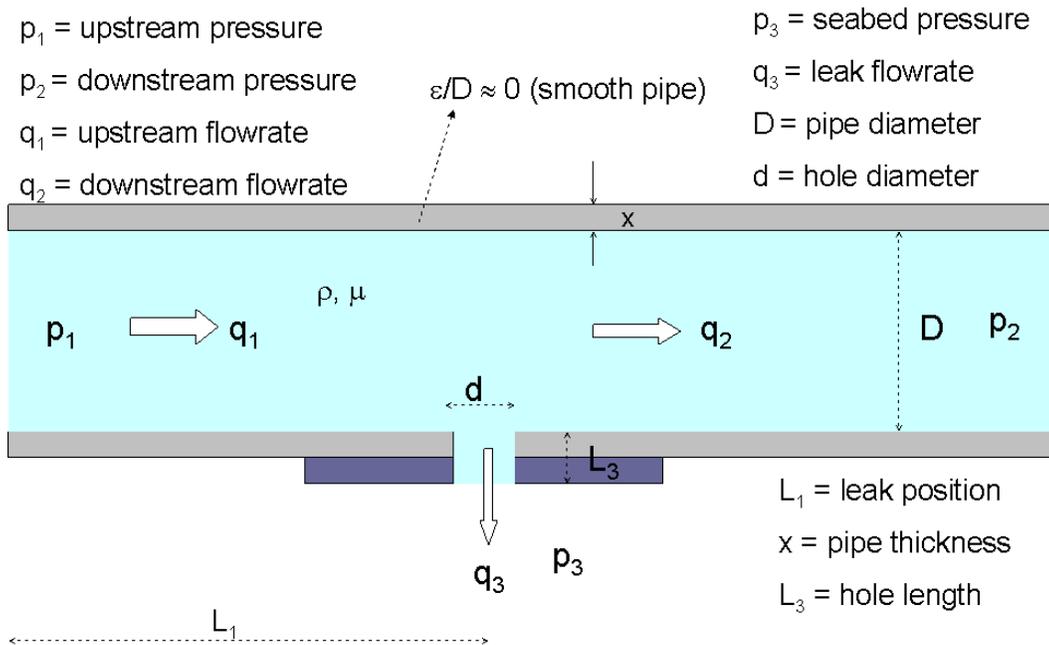
Penentuan besarnya volume kebocoran dalam hal ini diimplementasikan dalam sebuah software, yaitu Software LeakSim yang telah dikembangkan oleh RC-OPPINET ITB (*Research Consortium Optimization on Gas and Oil Transmission and Distribution Network*). Berikut kami paparkan metodologi dari software tersebut.

Secara skematik dari offshore pipeline sbb:



Gambar 1. Skematik offshore

Lingkaran merah, menunjukkan titik kebocoran. Hal ini akan diperlihatkan secara lebih rinci seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar2. Ilustrasi Kebocoran pada Pipa Offshore.

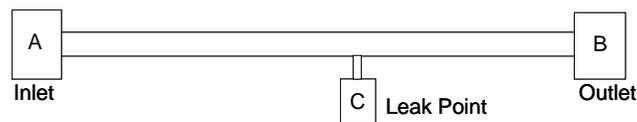
Dengan melihat model diatas, segment pipa bocor disimbolkan sebagai pipa dengan diameter kecil ( $d$ ) dan panjang pipa pendek ( $L_3$ ) terdiri dari ketebalan pipa dan insulasi . Persamaan yang digunakan menggunakan persamaan aliran fluida multifasa. Pada gambar 2

data yang harus diketahui yaitu tekanan dan laju aliran pada masing-masing ujung pipa (upstream dan downstream) dan sifat-sifat fisik pipa. Variabel yang ingin diketahui adalah  $q_3$ , yang merupakan total volume fluida yang keluar dari pipa yang bocor.

Model diatas merupakan model untuk memperkirakan besarnya volume kebocoran pipa dibawah laut. Dengan modifikasi pada temperatur dan tekanan maka model diatas dapat digunakan untuk mengestimasi besarnya kebocoran di darat. Software ini telah diuji validitasnya dengan membandingkan hasilnya dengan software komersial lainnya.

### 3. Contoh Kasus

Proses pendeteksian besarnya volume kebocoran pada suatu lokasi lapangan minyak akan kami tampilkan pada salah satu contoh kasus berikut. Data bersumber pada sebuah lapangan X dimana platform A sebagai upstream dan platform B sebagai downstream dan C adalah posisi bocor yang telah diketahui. Dengan menggunakan Software LeakSim dapat ditentukan besarnya volume kebocoran yang telah terjadi.



Gambar 3. Ilustrasi Letak Kebocoran Pada Lapangan X

Posisi kebocoran berada pada 4998 ft dari platform A, pada arah jam 6. Data yang diperlukan, ditampilkan sebagai berikut:

Tabel1. Data Temperatur dan Tekanan pada Inlet dan Outlet

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Seabed</b>	<b>Base</b>
<b>Pressure (psia)</b>	210	180	49.575	14.7
<b>Temperature (°R)</b>	620	610	530	520

Tabel2. Data Pipa

<b>Pipeline Data</b>	
<b>ID (inch)</b>	15
<b>OD (inch)</b>	16
<b>Wall Thickness</b>	0.5
<b>Length (feet)</b>	7540

Tabel3. Data Kelengkapan Jenis – jenis Fluida

<b>Fluid Rate</b>	<b>Platform A</b>
Oil (BOPD)	468
Water (BWPD)	625
Gas (MCFD)	813

<b>Fluid Properties</b>	<b>Oil</b>	<b>Water</b>	<b>Gas</b>
<b>Viscosity (cp)</b>	1.22	0.4	0.025
<b>Specific Gravity</b>	0.8	1.05	0.85
<b>Formation Volume Factor</b>	1.25	1.0	-
<b>Rs (scf/bbl)</b>	-	-	340

#### 4. Hasil dan Analisis

Dengan menjalankan software LeakSim diperoleh hasil, untuk waktu 4 jam volume fluida yang keluar dari kebocoran sebanyak 35.97 bbl dengan komposisi volume minyak yang keluar dari posisi bocor sebanyak 4.87 bbl, volume water 6.46 bbl dan volume gas 24.63 bbl. Selain itu, software LeakSim dapat menyajikan kesimpulan besarnya volume fluida yang mengalir pada posisi bocor untuk berbagai diameter kebocoran dan panjang bocor (panjang pipa pendek,  $L_3$ ). Serta mendeteksi banyaknya kebocoran pada saat *flushing operation*.

Dari hasil penggunaan software dapat diketahui bahwa besarnya volume kebocoran minyak yang terjadi pada lapangan X sangat kecil (kurang dari nilai ambang batas). Hal ini, akan terdegradasi secara alami dalam laut sehingga tidak akan menimbulkan dampak kerusakan ekosistem laut.

#### 5. Kesimpulan

Melalui simulasi software LeakSim dapat diperoleh estimasi besarnya volume kebocoran, sehingga dapat ditentukan berdasarkan ambang batas apakah kebocoran tersebut tergolong kecil atau dalam kategori membahayakan serta melakukan tindakan lebih lanjut guna menyelamatkan lingkungan sekitar dari efek kebocoran minyak.

## 7. Pustaka

- [1] Sukarno, P., et.al, *Development of an Accurate Pipeline Leak Detection Method*, Oppinet 3<sup>rd</sup> Annual Report, 2004
- [2] Sukarno, DR. Ir. Pudjo, and Mucharam, DR. Ir. Leksono, *Aliran Fluida Multifasa dalam Pipa*, Jurusan Teknik Perminyakan Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2000
- [3] Freeman, James A., Skapura, David M., *Neural Networks: Algorithms, Applications, and Programming Techniques*, Addison Wesley, United States of America, 1992
- [4] Caputo, Antonio C., Pelagagge, Pacifico M., *An Inverse Approach for Piping Networks Monitoring*, 4<sup>th</sup> international Conference on Inverse Problems in Engineering, 2002
- [5] Sukarno, P., et.al, *Development of artificial Neural Network and Pressure Point Analysis Methods to Detect Leakage in Multiphase flow in Simple Pipeline* , Oppinet 4<sup>th</sup> Annual Report, 2005