

Review: Analisis Potensi Geohazard Terhadap Pipeline Dengan Flow Diagram

Nita Indriyani^{1*}, Elton Mendi¹, Restu Hasanah¹, Ummu Musfika¹ Indar Basma¹

¹Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pendidikan Muhammadiyah Sorong

email: nitaindriyani@unimuda.ac.id

ABSTRAK

Eksplorasi minyak bumi tidak hanya dilakukan di daerah daratan (*onshore*), namun juga melakukan eksplorasi pada daerah lepas pantai (*offshore*). Umumnya transportasi minyak dan gas menggunakan pipa bawah laut. Contohnya proyek LNG (*Liquefied Natural Gas*) BP Tangguh yang terletak di wilayah Timur tepatnya distrik Teluk Bintuni, Provinsi Papua Barat. Proyek LNG Tangguh Teluk Bintuni memiliki potensi adanya *geohazard*. Terkait adanya potensi gempa berdampak terhadap sistem perpipaan di LNG Tangguh Bintuni baik secara *onshore* maupun secara *offshore*. Jalur jaringan perpipaan Proyek Pengembangan Tangguh LNG terdiri atas jaringan perpipaan dekat pantai (*shore approach*), dan jaringan perpipaan di darat. Jaringan perpipaan ini memiliki potensi terhadap *geohazard* (mitigasi bencana) yang harus diantisipasi. Salah satu pencegahan *geohazard* dapat dilakukan ialah dengan memperkirakan risiko *geohazard* dengan metode *flow diagram* analisis dimana dilakukannya inisiasi, analisis, perkiraan, evaluasi, pengendalian risiko dan tindakan.

Kata kunci: *Geohazard*, Teluk Bintuni, LNG Tangguh, Pipa

ABSTRACT

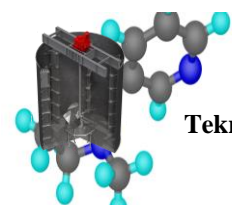
Petroleum exploration is not only carried out in onshore areas, but also conducts exploration in offshore areas. Generally, oil and gas transportation generally uses subsea pipelines. For example, LNG (Liquefied Natural Gas) BP Tangguh project is located in the eastern region, precisely in the Teluk Bintuni district, West Papua Province. The Tangguh LNG project in Bintuni Bay has the potential for geohazards. Regarding the potential for an earthquake to have an impact on the piping system at Tangguh Bintuni LNG, both onshore and offshore. The pipeline network path for the Tangguh LNG Expansion Project consists of a pipeline network near the coast (shore approach), and a pipeline network on land. This pipeline network has the potential for geohazards (disaster mitigation) which must be anticipated. One of them to prevent geohazards is by estimating geohazard risks using the flow diagram analysis method where initiation, analysis, estimation, evaluation, risk control and action are carried out.

Keywords: *Geohazard, Bintuni Bay, Tangguh LNG, Pipa*

1. Pendahuluan

Energi dalam kebutuhan sehari-hari merupakan hal yang tidak bisa pisahkan, khususnya minyak dan gas. Minyak bumi dan gas atau yang sering disebut *petroleum* merupakan sumber utama energi dunia sehingga tidak heran bahwa kebutuhan akan energi ini terus meningkat. Industri migas mencakup beberapa kegiatan yang terdiri dari eksplorasi, ekstraksi, produksi atau pengolahan dan transportasi. Eksplorasi minyak bumi tidak hanya dilakukan di daerah daratan (*onshore*), karena keterbatasan sumber daya maka industri migas juga melakukan eksplorasi pada daerah lepas pantai (*offshore*). Saat ini umumnya transportasi minyak dan gas menggunakan pipa bawah laut (Soegianto, 2005; Rezkyanda, 2016).

Proyek LNG (*Liquefied Natural Gas*) BP Tangguh yang terletak di wilayah timur tepatnya distrik Teluk Bintuni dengan lokasi utama di Pesisir selatan Teluk Berau, sebelah selatan semenanjung 'Kepala Burung' Papua Barat. Batas-batas distrik itu ditentukan pada tahun 2006 dan terdiri dari 11 kecamatan 97 desa. Luas daerah itu meliputi 18.658,00 km² dengan penduduk sebanyak 48.079 orang (Kabupaten Teluk Bintuni Dalam Angka, 2006). Kegiatan operasi LNG Tangguh yang berjalan saat ini terdiri dari fasilitas produksi gas lepas pantai dan fasilitas pemrosesan LNG di darat. Gas diproduksi dari 14 sumur produksi di dua anjungan lepas pantai dan dialirkan melalui dua jaringan perpipaan bawah laut menuju Kilang LNG di daratan untuk





dimurnikan dan diproses menjadi gas alam cair untuk diekspor dengan kapal *tanker* LNG.

Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Balai Wilayah V Papua memberikan satu analisa bahwa Kabupaten Teluk Bintuni dan sekitarnya adalah daerah yang memiliki potensi yang sangat tinggi akan terjadinya gempa bumi, karena provinsi ini terletak pada pertemuan dua lempengan kerak bumi, yaitu lempeng Pasifik yang bergerak ke arah Barat (7 cm/tahun) dan lempengan Samudera Indonesia-Australia-Papua yang bergerak relatif ke arah Utara (7 cm/tahun). Akibat pertemuan lempengan tersebut banyak terjadi lipatan pegunungan dan patahan di daerah Kabupaten Teluk Bintuni. Patahan besar yang terbentuk akibat pertemuan kedua lempeng tersebut adalah Patahan Sorong yang memanjang dari kepala burung sebelah utara melalui Manokwari hingga selatan Sentani Jayapura bearah Barat-Timur dan Patahan Ransiki bearah Utara-Selatan. Patahan tersebut merupakan patahan (sesar) aktif dan merupakan zona sumber gempa bumi di wilayah Kabupaten Teluk Bintuni. Akibat hal tersebut, Kabupaten Teluk Bintuni merupakan kawasan yang rawan gempa bumi.

BMKG mencatat terdapat 59 kali gempa bumi terjadi sejak awal tahun 2021. BMKG pernah melaporkan dan mencatat terdapat gempa dengan magnitudo 5,2 terjadi di daerah daratan sekitar 34 kilometer arah barat laut Teluk Bintuni pusatnya di daratan dengan hiposentrum berada pada kedalaman 10 kilometer. Selain itu juga pernah terjadi gempa lain dengan magnitudo 4,7 dengan pusat gempa berada di darat 11 km Timur Laut Teluk Bintuni, gempa bumi yang terjadi merupakan jenis gempa bumi dangkal akibat adanya aktivitas sesar lokal.

Pada bisnis minyak bumi dan panas bumi serangkaian peristiwa alam yang disebabkan oleh kondisi geologi atau proses-proses geodinamik membutuhkan penanganan serius. Hal tersebut dapat berkembang menjadi bencana alam (*geo-hazard*) yang dapat menimbulkan kerugian material, psikologis, sosial dan lingkungan, bahkan korban jiwa.

Berdasarkan pemaparan di atas dapat dilakukan analisis potensi *geohazard* di daerah Teluk Bintuni yang akan memberikan dampak pada pipa LNG BP Tangguh. Hal itu bisa dilihat karena Provinsi ini terletak pada pertemuan dua lempengan kerak bumi. Oleh karena itu, dapat berdampak pada jalur jaringan perpipaan Proyek Pengembangan Tangguh LNG. Sehingga pada akhirnya LNG BP tangguh di Bintuni memiliki Potensi adanya *geohazard* (mitigasi bencana).

2. Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah studi literatur dan data sekunder. Jenis referensi utama yang digunakan dalam studi literatur ini adalah buku, jurnal dan artikel ilmiah. Data tersebut dijadikan sebagai dasar untuk menganalisis dan menjelaskan masalah dalam sebuah pembahasan. Teknik analisis data berupa deskriptif argumentatif.

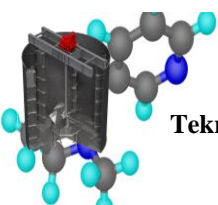
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data Pipa

Proyek LNG Tangguh terletak di wilayah timur tepatnya distrik Teluk Bintuni dengan lokasi utama di Pesisir selatan Teluk Berau merupakan proyek terkini dalam sejarah proyek eksploitasi sumber daya alam di belahan barat Pulau *New Guinea*. Terlihat pada Gambar 1 lokasi LNG Tangguh.



Tangguh LNG





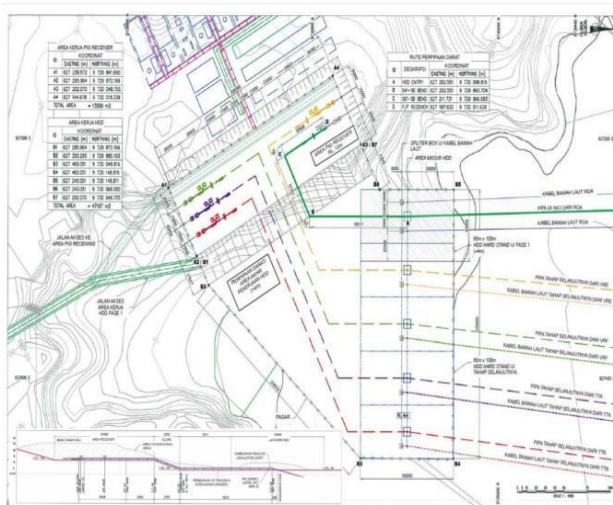
Gambar 1. Lokasi LNG Tangguh di Teluk Bintuni (sumber: <http://www.journal.lemigas.esdm.go.id>)

Berdasar data Andal Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG (2014), jalur jaringan perpipaan Proyek Pengembangan LNG Tangguh dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

- Jaringan perpipaan lepas pantai
- Jaringan perpipaan dekat pantai (*Shore Approach*), dengan alternatif metode Pembuatan parit dan penarikan ke darat (*Trecing and Shore Pull*) dan Pengeboran *horizontal/Horizontal Directional Drilling (HDD)*
- Jaringan perpipaan di darat

Saat ini dua jaringan perpipaan bawah laut telah terpasang untuk menghubungkan dua anjungan lepas pantai ke fasilitas penerima ke darat, VRA-ORF dan VRB-ORF. Jaringan pipa bawah laut tersebut memiliki diameter 24" dengan panjang 19 km (VRA-ORF) dan 18 km (VRB-ORF).

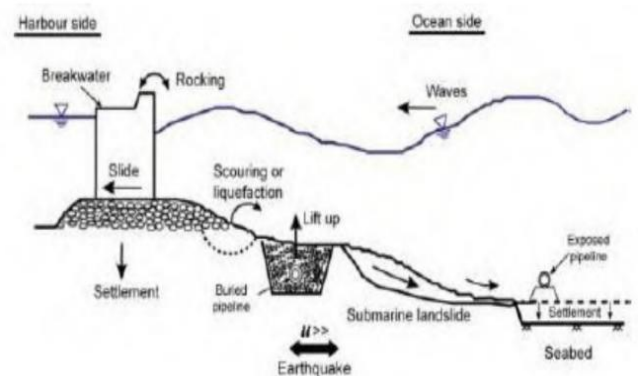
Bahan-bahan yang digunakan untuk perpipaan adalah *Corrosion Resistant Alloy (CRA)* dengan diameter bervariasi antara 16-24". Perpipaan CRA akan mengangkut aliran sumur multifase ke darat dengan kandungan CO₂ tinggi dalam suhu tinggi dan uap air yang membuat cairan menjadi sangat korosif. CRA yang digunakan dirancang digunakan untuk mengurangi korosi selama masa guna instalasi.



Gambar 2. Gambaran Jaringan Perpipaan Bawah Laut Saat Ini dan Skenario Pengembangannya dalam Proyek Pengembangan Tangguh LNG. (Sumber: Andal Kegiatan Terpadu Proyek Pengembangan Tangguh LNG, 2014)

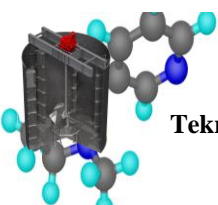
3.2. Analisis Pengaruh Seismik Pada Pipa

Tingginya pengaruh seismik pada daerah LNG Tangguh Bintuni membuat resiko kegagalan pada pipa semakin besar. Banyak faktor yang mempengaruhi, seperti ilustrasi pada Gambar 3.

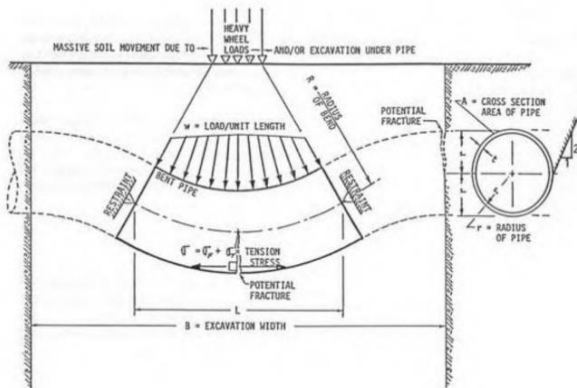


Gambar 3. Ilustrasi ancaman akibat seismik khususnya pada sistem perpipaan bawah laut. (Bai, 2001)

Berdasar data ASME (American Society of Mechanical Engineers), batas dari tegangan akibat beban yang terjadi tidak boleh melebihi 80% nilai dari SYMS, sedangkan berdasar *Det Norske Veritas (DNV)*, beban gempa masuk ke dalam beban bencana dan beban lingkungan tergantung dari probabilitas gempa. Menurut Bai (2001) pada pipa yang tidak terkubur (*unburied pipeline*), desakan dari gempa umumnya berbentuk *time-history ground motion* atau *desain respon spektra*. Analisis *ground-wave* terdiri dari *static analysis*, *response spectra* dan *time-history analysis*. Akibat beban tanah terhadap pipa tersaji pada Gambar 4. Akibat dari pengaruh gempa, banyak kegagalan pada pipa yang mungkin terjadi (DNV OS-F-101) :



- Local buckling* dan collapse akibat pergerakan permukaan dari *seabed*.
- Kegagalan dari gravel *supports*.
- Terjadinya ancaman *mud-slides* pada pipa.



Gambar 4. *Free-Body* Diagram pada pipa akibat beban tanah (Bai,2001)

3.3 Identifikasi Risiko

Identifikasi risiko yang dapat terjadi pada pipa bawah laut LNG Bintuni dimulai dengan studi literatur mengenai risiko-risiko yang dapat terjadi pada pipa bawah laut. Mengacu kepada DNV RP F107 mengenai penilaian risiko pada perlindungan pipa bawah laut, risiko dibagi menjadi 2 berdasarkan faktor penyebab terjadinya, yaitu internal dan eksternal. Faktor internal disebabkan oleh umur, ketebalan dan korosi pipa, sedangkan faktor eksternal disebabkan oleh lingkungan sekitar. Pada Tabel 1 tersaji data risiko, kerusakan dan penyebabnya.

Tabel 1. Risiko Pada Pipa Bawah Laut. (sumber: laporan inspeksi pipa bawah laut.04/18)

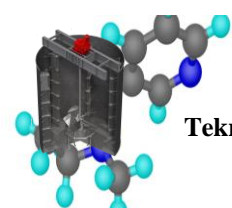
Risiko		
Kode	Bahaya	Penyebab
A1	Korosi Internal	Fluida korosif
A2		Kegagalan proteksi internal pipa
B1	Korosi Eksternal	Kegagalan <i>coating</i>
B2		Kegagalan proteksi katodik
B3		Korosi akibat tanah
B4		Korosi akibat air laut
C1	Cacat Pipa Konstruksi	Cacat pengelasan
C2		Cacat konstruksi
C3		Kesalahan instalasi
D1	Fatigue	Tekanan internal berlebih
D2		<i>Freespan</i> pada pipa
E1	Aktivitas Maritim	<i>Anchor hit</i>
E2		<i>Anchor dredging</i>
E3		<i>Dredging</i>
E4		Sabotase
E5		Aktivitas nelayan
F1	Kesalahan Operasi	<i>Operation error</i>
F2		<i>Maintenance error</i>

3.4 Kerangka kerja Manajemen Risiko Geohazard Pipeline

Geohazard dapat dilakukan dengan mengelola dan menggunakan kombinasi praktik industri dan pendekatan berbasis risiko untuk memprioritaskan upaya *investigation, design, monitoring* dan mitigasi. *Canadian Standards Association* (2011) CSA Z662 memberikan pedoman tentang metode untuk memperkirakan frekuensi kegagalan dan risiko pipa. Pendekatan untuk memperkirakan frekuensi kegagalan meliputi:

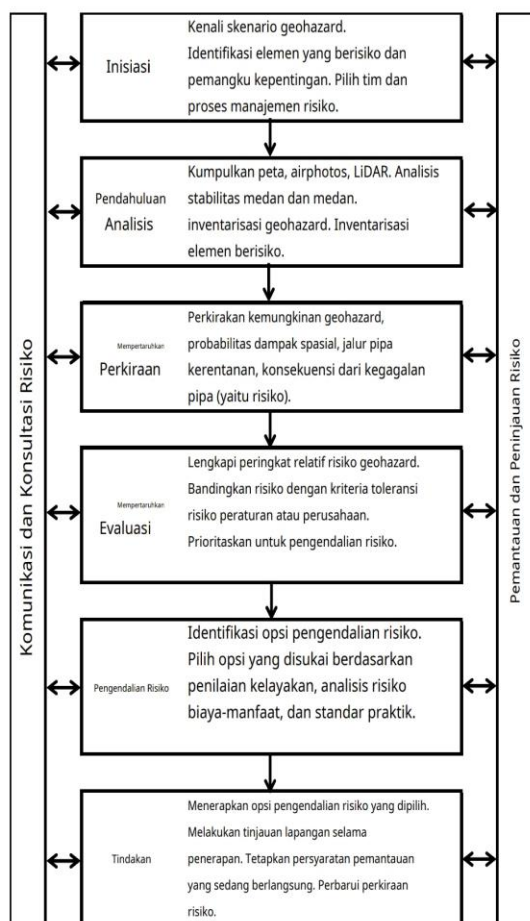
- Analisis data operasional dan data riwayat
- Kesalahan dan analisis pohon kejadian
- Pemodelan matematika
- Pertimbangan dari pengalaman dan memenuhi syarat personil teknik dan operasional, berdasarkan kondisi yang diketahui.

Porter, dkk (2004) memberikan ringkasan berbahaya dan terminologi risiko dan panduan lebih lanjut tentang pilihan yang tersedia untuk memperkirakan risiko *geohazard* pipa. Sedangkan kerangka kerja manajemen risiko





terlihat pada Gambar 5. Melalui analisis seperti pada Gambar 5, maka dapat dilakukan analisis secara terstruktur dan terukur.



Gambar 5. Kerangka kerja Manajemen Risiko *Geohazard Pipeline*. (CAN/CSA Q850-97, Kemenkeu 2004, dan ISO 2009)

4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian diatas dapat disimpulkan bahwa:

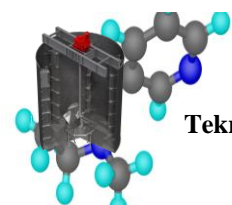
1. Proyek *Liquefied Natural Gas* (LNG) BP Tangguh Teluk Bintuni memiliki potensi adanya *geohazard*.
2. Terkait adanya potensi gempa berdampak terhadap sistem perpipaan di LNG Tangguh Bintuni baik secara *Onshore* maupun secara *Offshore*.
3. Jalur jaringan perpipaan Proyek Pengembangan Tangguh LNG terdiri

atas jaringan perpipaan dekat pantai (*Shore Approach*), dan jaringan perpipaan di darat. Jaringan perpipaan ini memiliki potensi terhadap *Geohazard* (mitigasi bencana) yang harus diantisipasi.

4. Salah satu pencegahan *Geohazard* dapat dilakukan ialah dengan memperkirakan risiko *Geohazard* dengan metode *Flow diagram analysis* dimana dilakukannya inisiasi, analisis, perkiraan, evaluasi, pengendalian risiko dan tindakan.
5. Studi kasus ini dapat dilakukan sebagai dasar acuan untuk penelitian selanjutnya.

5. Daftar Pustaka

- Armen, J. (2020). Manajemen Risiko Pipa Bawah Laut dalam Bentuk Pipa Bawah Laut (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Asosiasi Standar Kanada. 1997.Q850-97, Manajemen Risiko: Pedoman Pengambil Keputusan.
- Canadian Standards Association. 1997. CAN/CSA-Q850-97, Risk Management: Guidelines for Decision-Makers.
- Canadian Standards Association. 2011. CSA-Z662-11. Oil and Gas Pipeline Systems.
- Det Norske Veritas (DNV) RP – F107. 2001. Risk Assessment of Pipeline Protection.
- Findasari, F. R. (2016). Analisis Resiko Pipa Bawah Laut Di Lapangan Gas Abadi Akibat Gempa Bumi (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Handayani, S. D. (2021). Aplikasi Boowtir *Analysis* Untuk Identifikasi *Enviromental Cricital Element* (ECE) Pada Floating





Liquified Natural Gas (FLNG)
 Dan Pipa Gas Bawah Laut
(Doctoral dissertation).

- Porter, M., Leir, M., Baumgard, A., & Ferris, G. (2014). Mengintegrasikan pengetahuan medan dan geohazard ke dalam siklus proses pipeline. Dalam Prosiding Konferensi Geohazard Kanada ke-6, Kingston, ON .
- Porter, M., Logue, C., Savigny, K.W., Esford, F., and Bruce, I. 2004. Estimating the influence of geohazards on pipeline risk and system reliability. IPC2004 5th International Pipeline Conference, Calgary, Alberta, Canada, ASME, New York
- Puja, Wiratmaja. 2011. "Perancangan dan Konstruksi Sistem Perpipaan". ITB.
- Rezkyanda, M. A. (2016). *Studi Desain Derrick Barge Untuk Offshore Structure Removal* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Soegianto, I. A. (2005). *Eksplorasi dan produksi migas lepas pantai: dampak ekologis dan penanganannya*. Airlangga University Press.

<https://www.downtoearth-indonesia.org/id/story/bp-tangguh-teluk-bintuni-dalam-konteks-papua>

<https://www.bmkg.go.id>

