Jurnal Bhara Petro Energi
Volume 5, Issue 1 (Mei 2026), 32-37
e_ISSN: 2828-3457

IDENTIFIKASI DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP SEKTOR INDUSTRI MINYAK DAN GAS

Abdullah Rizky Agusman
Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Indonesia

Eko Prastio
Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Indonesia

Arief Nur Hidayat
Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Indonesia

Corresponding author:
Eko Prastio, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Indonesia.
eko.prastio@dsn.ubharajaya.ac.id

Article Info :
Article history:
Received: Mei 3, 2026
Revised: Mei 10, 2026
Accepted: Mei 29, 2026
Published : Mei 30, 2026

Keywords:
Keywords 1; Adaptation
Keywords 2; *Climate Change*
Keywords 3; Oil and Gas

Abstract

Climate change is an unavoidable issue for the future. Increasing greenhouse gas (GHG) emissions are causing climate change, which is already being felt in various parts of the world. The oil and gas industry is one of the sectors most vulnerable to the impacts of climate change. The entire oil and gas value chain, from production and transportation to refining, is affected differently by the impacts of climate change. Mitigation and adaptation measures are needed to prevent significant financial losses.

Kata Kunci:
Kata Kunci 1; Adaptasi
Kata Kunci 2; Perubahan Iklim
Kata Kunci 3; Minyak dan Gas

Abstrak

Perubahan iklim merupakan suatu isu yang tidak dapat dihindarkan di masa depan. Emisi gas rumah kaca (GRK) yang terus meningkat mengakibatkan terjadinya perubahan iklim yang telah dirasakan di berbagai belahan bumi. Sektor industri minyak dan gas merupakan salah satu sektor yang rentan terkena dampak dari perubahan iklim tersebut. Seluruh rantai nilai industri minyak dan gas mulai dari produksi, transportasi, hingga pengilangan memiliki efek yang berbeda terhadap dampak perubahan iklim yang terjadi. Langkah-langkah mitigasi serta adaptasi terhadap dampak perubahan iklim diperlukan untuk mencegah terjadinya kerugian finansial secara signifikan.

Pendahuluan

Negara Kesatuan Republik Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki sumber daya alam yang melimpah, terutama dalam bidang minyak dan gas. Emisi gas rumah kaca (GRK) yang terus meningkat setiap tahunnya membuat sektor industri minyak dan gas harus mampu beradaptasi terhadap pengaruh perubahan iklim.

1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim telah menjadi isu global yang tak terhindarkan, dengan dampak fisik yang mulai dirasakan di berbagai belahan dunia. Laporan penilaian keempat dari *Intergovermental Panel on Climate Change* (IPCC) tahun 2007 menegaskan bahwa dampak perubahan iklim di masa depan tidak dapat dihindari, bahkan jika Upaya mitigasi untuk mengurangi dampak emisi gas rumah kaca (GRK) berhasil dilakukan. Industri minyak dan gas berada pada posisi yang unik, di satu sisi merupakan fokus utama dalam upaya mitigasi melalui pengurangan emisi GRK, namun disisi lain seluruh rantai nilai industri minyak dan gas mulai dari produksi, transportasi, hingga pengilangan rentan terhadap dampak perubahan iklim. Dampak seperti kenaikan suhu ambien, kenaikan permukaan air laut, perubahan pola curah hujan, serta peningkatan frekuensi dan intensitas badai dapat mengancam integritas infrastruktur, mengganggu operasional, dan menciptakan resiko finansial yang signifikan.

1.2 Tujuan Penelitian .

Adapun tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi dan memetakan potensi dampak perubahan iklim pada setiap tahapan rantai nilai industri minyak dan gas secara global.
2. Menganalisis secara sistematis berbagai risiko dan peluang yang timbul dari dampak perubahan iklim bagi operasional dan desain proyek di industri minyak dan gas.
3. Merumuskan sebuah kerangka kerja penilaian adaptasi lima langkah yang dapat menjadi panduan bagi perusahaan di sektor minyak dan gas untuk merencanakan dan mengimplementasikan strategi adaptasi yang efektif.

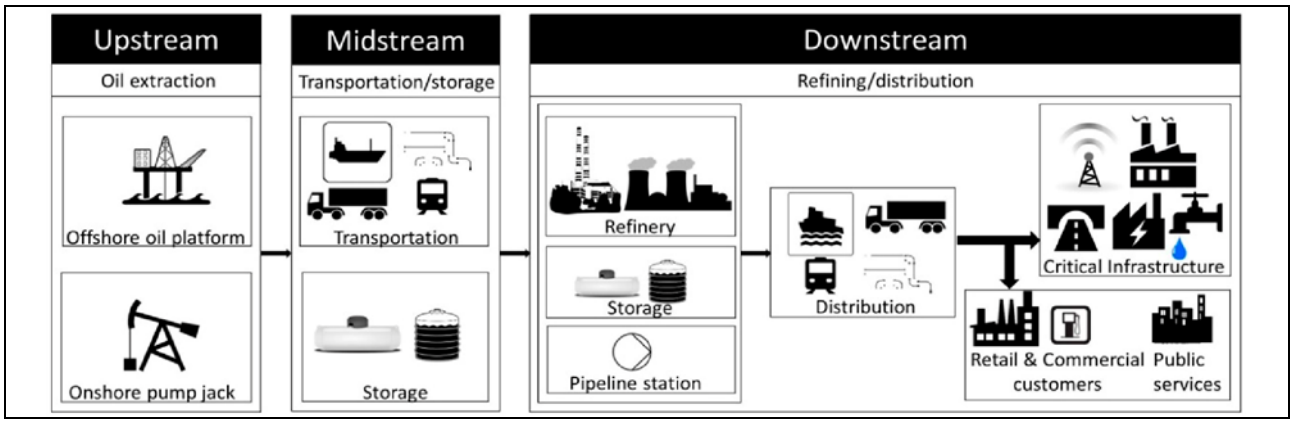
Metode Penelitian

Industri minyak dan gas memiliki rantai nilai yang kompleks dan terintegrasi secara global. Untuk tujuan identifikasi dampak perubahan iklim, rantai nilai ini dapat dikelompokkan menjadi tiga sektor utama (Dell & Pasteris, 2010):

a. Sektor Hulu (Upstream): Meliputi kegiatan eksplorasi untuk menemukan cadangan minyak dan gas bumi, serta kegiatan pengeboran dan produksi (ekstraksi) hidrokarbon dari bawah permukaan tanah atau laut. Aset utama di sektor ini adalah anjungan lepas pantai, fasilitas pengeboran darat, dan sumur produksi.

b. Sektor Tengah (Midstream): Mencakup transportasi, penyimpanan, dan pemrosesan awal hidrokarbon. Kegiatan ini menghubungkan area produksi dengan pusat pengolahan. Aset utamanya meliputi jaringan pipa, kapal tanker (LNG dan minyak mentah), serta terminal penyimpanan.

c. Sektor Hilir (Downstream): Terdiri dari kegiatan pengilangan minyak mentah menjadi produk jadi seperti bensin, solar, dan avtur, serta pemrosesan gas alam. Sektor ini juga mencakup pemasaran dan distribusi produk akhir ke konsumen. Aset utamanya adalah kilang minyak dan pabrik petrokimia.



Gambar 1. Rantai Nilai Industri Minyak dan Gas.
(Diadaptasi dari *Infrastructures,* 2019)

Untuk mengelola risiko iklim secara efektif, diperlukan pendekatan yang sistematis. Perencanaan adaptasi bisnis adalah sebuah proses yang membantu perusahaan meningkatkan kemampuannya untuk menghadapi ketidakpastian di masa depan (Dell & Pasteris, 2010). Kerangka kerja penilaian adaptasi menyediakan struktur untuk proses ini. Berdasarkan literatur, kerangka kerja ini umumnya mencakup langkah-langkah berikut:

a. Memahami Dampak Iklim pada Rantai Nilai: Tahap awal ini melibatkan identifikasi umum mengenai bagaimana berbagai dampak iklim (misalnya, kenaikan suhu, badai) dapat memengaruhi operasi, aset, dan pasar di seluruh rantai nilai perusahaan.

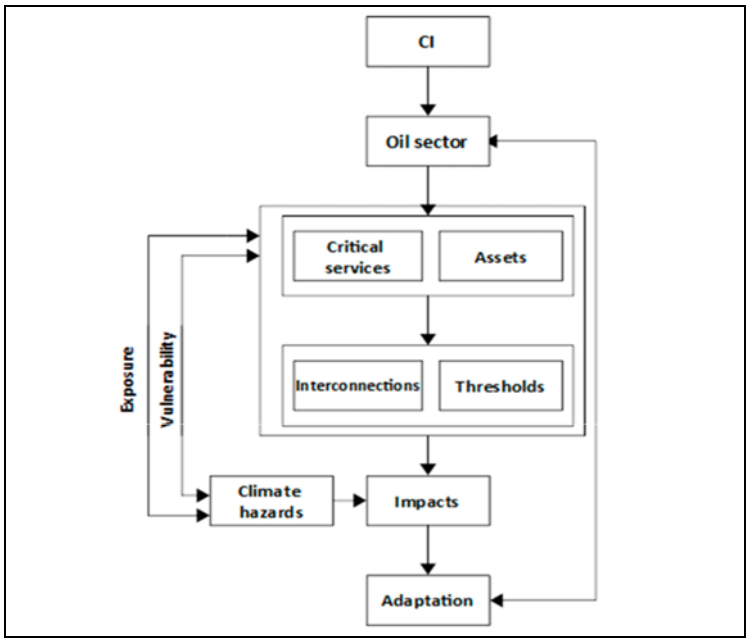
b. Memproyeksikan Dampak Fisik di Lokasi Kunci: Menggunakan model iklim dan data historis untuk menghasilkan proyeksi perubahan iklim yang spesifik secara geografis dan relevan dengan jangka waktu operasional aset (misalnya, 30 tahun ke depan).

c. Mengidentifikasi Risiko dan Peluang: Menerjemahkan proyeksi dampak fisik menjadi risiko bisnis yang konkret (misalnya, kerusakan infrastruktur, gangguan pasokan) dan potensi peluang (misalnya, rute pelayaran baru akibat mencairnya es di Arktik).

d. Mengidentifikasi dan Menilai Solusi: Mengembangkan serangkaian opsi adaptasi, yang dapat berupa solusi teknis (misalnya, meninggikan fondasi), perubahan operasional (misalnya, prosedur evakuasi baru), atau strategi kelembagaan (misalnya, asuransi iklim). Setiap opsi dievaluasi berdasarkan biaya, manfaat, dan

kelayakannya.

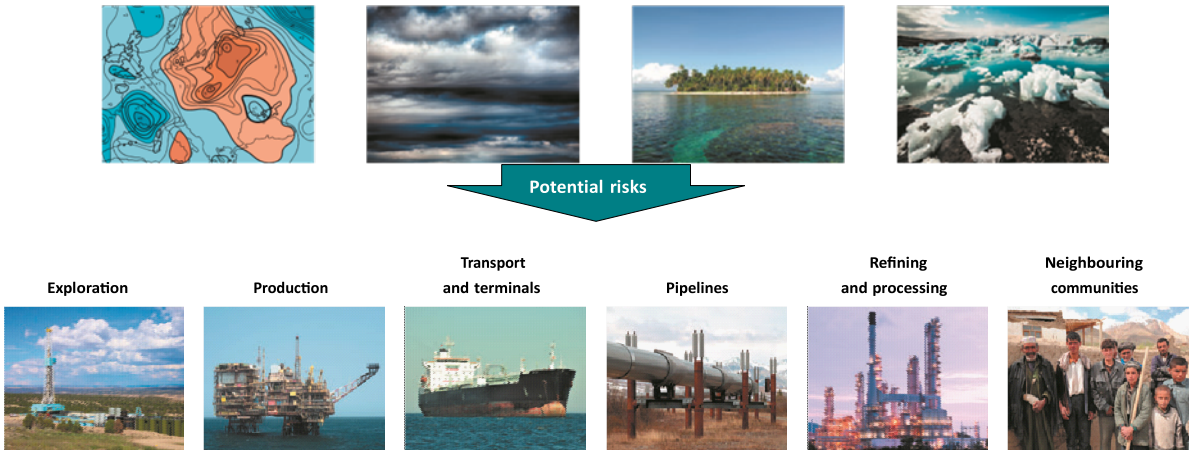
e. Mengimplementasikan Solusi Adaptasi: Memilih dan menerapkan opsi adaptasi yang paling sesuai berdasarkan analisis bisnis. Langkah ini juga mencakup pemantauan dan evaluasi efektivitas tindakan yang telah diimplementasikan untuk penyesuaian di masa depan.



Gambar 2. Diagram Alur Adaptasi Industri Minyak dan Gas Terhadap Perubahan Iklim. (Diadaptasi dari *Infrastructures,* 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sektor minyak dan gas global berada di persimpangan jalan yang krusial, di mana realitas perubahan iklim tidak lagi dapat dianggap sebagai isu lingkungan periferal, melainkan sebagai pendorong fundamental risiko dan peluang operasional, finansial, dan strategis. Kebutuhan untuk beradaptasi dengan dampak fisik perubahan iklim mulai dari kenaikan permukaan laut hingga pencairan permafrost telah menjadi imperatif strategis. Analisis ini mengkaji kerangka kerja adaptasi yang diusulkan dalam literatur industri dan membandingkannya dengan model ketahanan korporat yang lebih luas untuk mengevaluasi kekuatan dan keterbatasannya dalam menghadapi tantangan yang kompleks ini.



Gambar 3. Potensi Dampak Perubahan Iklim Terhadap Rantai Nilai Industri Minyak dan Gas.

Kawasan Arktik berfungsi sebagai laboratorium dunia nyata yang paling ekstrem untuk tantangan

adaptasi iklim. Sebagai wilayah yang mengalami pemanasan dengan kecepatan yang jauh melampaui rata-rata global, Arktik menghadirkan serangkaian paradoks operasional dan risiko yang diperkuat bagi industri minyak dan gas. Proyek hipotetis di Arktik Alaska menjadi titik awal untuk analisis yang lebih dalam dan berbasis bukti tentang tantangan-tantangan luar biasa dalam beroperasi di lingkungan yang paling cepat berubah di planet ini.

Tantangan ekstrem yang diamati di Arktik sebagai tanah yang tidak stabil, cuaca yang tidak dapat diprediksi, ekosistem yang sensitif, dan hubungan masyarakat yang kompleks adalah gambaran awal dari jenis tantangan yang akan semakin intensif di wilayah operasional lain di seluruh dunia. Kemampuan strategis dan operasional yang dikembangkan untuk mengatasi kondisi Arktik seperti rekayasa adaptif, pemantauan lingkungan waktu nyata, dan kemitraan masyarakat yang mendalam akan menjadi semakin relevan untuk mengelola risiko iklim di zona beriklim sedang seiring dengan percepatan dampak. Pelajaran yang didapat di lingkungan yang paling menantang di dunia akan menjadi cetak biru untuk ketahanan operasional global.

Studi/Sumber	**Jenis Infrastruktur**	**Proyeksi Biaya (USD 2015)**	**Kerangka Waktu & Skenario**	**Temuan Kunci**
Melvin et al. (2017)	Infrastruktur Publik (total)	$5.5 Miliar	2015 s.d. 2099 (RCP8.5)	Kerusakan terbesar berasal dari banjir jalan, diikuti oleh kerusakan bangunan akibat pencairan permafrost dekat permukaan.
Aksenov et al. (2025)	Bangunan & Jalan	$37 Miliar s.d. $51 Miliar	Tidak ditentukan (SSP245 & SSP585)	Menggunakan pemetaan infrastruktur yang lebih baik, studi ini memproyeksikan biaya dua kali lipat dari literatur sebelumnya.
Hjort et al. (2018)	Jaringan Pipa (TAPS)	550 km pada risiko signifikan	Menjelang 2050	45% ladang ekstraksi hidrokarbon di Arktik Rusia juga berada di wilayah berisiko tinggi.
U.S. Arctic Research Commission (2003)	Jaringan Pipa (TAPS)	Risiko jangka panjang yang serius	30 tahun ke depan	Desain asli mungkin tidak memadai untuk kondisi pemanasan, berpotensi memerlukan perkuatan yang substansial.

Tabel 1. Proyeksi Biaya Ekonomi dan Kerusakan Infrastruktur di Alaska.

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya, kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Perubahan iklim memengaruhi setiap komponen rantai nilai minyak dan gas secara berbeda:

a. Hulu (Eksplorasi & Produksi): Menghadapi risiko seperti gangguan pengeboran akibat peningkatan aliran es dan kerusakan infrastruktur (misalnya, pads) akibat erosi pantai. Namun, perubahan ini juga menciptakan peluang, seperti terbukanya area eksplorasi baru di Arktik akibat berkurangnya lapisan es laut dan salju.

b. Tengah (Pipa, Transportasi & Terminal): Terancam oleh penurunan kapasitas pipa gas akibat kenaikan suhu, kerusakan pada terminal dan pipa di pesisir akibat erosi, serta gangguan pengiriman akibat badai atau variabilitas es. Peluangnya mencakup rute pelayaran baru yang lebih pendek (misalnya, melalui Arktik).

c. Hilir (Pengilangan): Menghadapi risiko operasional seperti ketidakmampuan membuang air pendingin selama suhu tinggi dan peningkatan biaya kesiapan menghadapi badai serta pemadaman listrik. Perubahan ini juga dapat menyebabkan pergeseran siklus permintaan produk musiman.

2. Kenaikan Suhu: Risiko utamanya adalah penurunan kapasitas sistem pendingin, peningkatan penggunaan air akibat evaporasi, serta masalah kesehatan dan keselamatan bagi pekerja di iklim panas.

3. Perubahan Kondisi Laut (Es, Permukaan, pH): Berkurangnya es laut membuka peluang eksplorasi dan rute pelayaran baru, tetapi juga meningkatkan risiko dari gogosan es (*ice scour*) pada struktur laut. Kenaikan permukaan air laut mengancam fasilitas pesisir dengan banjir dan erosi. Penurunan pH laut (pengasaman) meningkatkan risiko korosi pada peralatan serta infrastruktur industri minyak dan gas.

4. Cuaca Ekstrem (Badai, Kebakaran, Presipitasi): Peningkatan frekuensi dan kekuatan badai meningkatkan risiko gangguan produksi, evakuasi, dan kerusakan aset. Kebakaran hutan mengancam gangguan operasional dan pemadaman listrik. Perubahan pola presipitasi menciptakan risiko ganda: kekeringan yang menyebabkan kelangkaan air untuk operasi dan banjir yang merusak aset fisik.

5. Adaptasi sebagai Pelengkap Mitigasi: Penelitian ini menegaskan bahwa adaptasi iklim adalah respons yang sama pentingnya dan melengkapi upaya mitigasi (pengurangan emisi gas rumah kaca).

6. Pentingnya dampak eksternal dan komunitas: Penilaian adaptasi yang efektif tidak boleh hanya berfokus pada aset internal perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

Abbass, K., Qasim, M. Z., Song, H., Murshed, M., Mahmood, H., & Younis, I. 2022. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. In *Environmental Science and Pollution Research* (Vol. 29, Issue 28, hl. 42539–42559). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/s11356-022-19718-6

Dell, J., & Pasteris, P. 2010. *Adaptation in the Oil and Gas Industry to Projected Impacts of Climate Change*. https://doi.org/10.2118/126307-MS

Dong, J., Asif, Z., Shi, Y., Zhu, Y., & Chen, Z. 2022. Climate Change Impacts on Coastal and Offshore Petroleum Infrastructure and the Associated Oil Spill Risk: A Review. In *Journal of Marine Science and Engineering* (Vol. 10, Issue 7). MDPI. https://doi.org/10.3390/jmse10070849

Ebad Sichani, M., Anarde, K. A., Capshaw, K. M., Padgett, J. E., Meidl, R. A., Hassanzadeh, P., Loch-Temzelides, T. P., & Bedient, P. B. 2020. Hurricane Risk Assessment of Petroleum Infrastructure in a Changing Climate. *Frontiers in Built Environment*, *6*. https://doi.org/10.3389/fbuil.2020.00104

Meredith, M., & Sommerkorn, M. 2022. Polar Regions. In *The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (hl. 203–320). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157964.005

Oppenheimer, M., & Glavovic, B. C. 2022. Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. In *The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (hl. 321–446). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157964.006

Oswell, J. M. 2011. Pipelines in permafrost: geotechnical issues and lessons 12010 R.M. Hardy Address, 63rd Canadian Geotechnical Conference. *Canadian Geotechnical Journal*, *48*(9), hl. 1412–1431. https://doi.org/10.1139/t11-045

Raihan, A. 2023. A review of the global climate change impacts, adaptation strategies, and mitigation options in

the socio-economic and environmental sectors. *Journal of Environmental Science and Economics*, *2*(3), hl. 36–58. https://doi.org/10.56556/jescae.v2i3.587

Wisch, D. J., Puskar, F. J., Laurendine, T. T., O'Connor, P. E., & Bucknell, J. 2004. *An Update on API RP 2A Section 17 for the Assessment of Existing Platforms*. https://doi.org/10.4043/16820-MS

Zwerneman, F., & Digre, D. 2010. *SS: New API Codes: Updates, New Suite of Standards: API RP 2A-WSD, the 23rd Edition*. https://doi.org/10.4043/20837-MS