

Perkembangan Prinsip *Strict Liability* dan *Polluter Pays* dalam Hukum Lingkungan Internasional Mengenai Kecelakaan dan Pencemaran dari Kapal Selam Nuklir

The Development of Strict Liability and Polluter Pays Principles Under International Environmental Law Regarding Accident and Pollution from Nuclear Submarine

Mazaya Azka Qinthar Haryono¹, Imam Mulyana²

ABSTRAK

Negara pemilik kapal selam nuklir yang mencemari lingkungan, tidak bertanggung jawab atas tindakan yang dilakukan. Hal ini bersumber dari adanya kekosongan hukum berkaitan dengan kecelakaan kapal selam nuklir dan tidak ada konsekuensi hukum atas aktivitas pembuangan limbah yang dilakukan. Kapal selam nuklir K-141 milik Rusia tenggelam tanpa pertanggungjawaban atas kontaminasi radioaktif. Pada kasus lain, Uni Soviet membuang limbah radioaktifnya, dan kegiatan ini terus berlanjut bahkan setelah menjadi negara pihak pada Konvensi London 1972. Penelitian ini menggunakan pendekatan yuridis normatif dengan metode spesifikasi penulisan deskriptif analitis. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah prinsip *strict liability* dan *polluter pay* sudah cukup memadai untuk dijadikan dasar hukum atau apakah ada urgensi untuk dibuatnya suatu perjanjian baru terkait tanggung jawab negara jika terjadi kecelakaan kapal selam nuklir dan untuk mengetahui apakah kedua prinsip tersebut dapat diterapkan dalam Konvensi London 1972 sebagai efek jera bagi para pihak untuk mematuhi perjanjian internasional di bidang pembuangan limbah. Penelitian ini berargumen bahwa kedua prinsip tersebut akan lebih efektif jika diterapkan dalam sebuah perjanjian. Kerangka hukum diperlukan terkait tindakan negara untuk mempertanggungjawabkan kerusakan yang tidak disengaja. Kedua prinsip tersebut juga dapat dimasukkan ke dalam Konvensi London 1972.

Kata kunci: kapal selam nuklir; prinsip *strict liability*; prinsip *polluter pays*.

ABSTRACT

The country that owns the nuclear submarine responsible for the environmental pollution is not held accountable for its actions. This stems from a legal void regarding nuclear submarine accidents and the lack of legal consequences for waste disposal activities. Russia's K-141 nuclear submarine sank with no accountability for radioactive contamination. In another case, the USSR dumped its radioactive waste, and this activity continued even after becoming a state party to the 1972 London Convention. This study uses a normative juridical approach with a descriptive-analytical writing specification method. The purpose of this study is to find out whether strict liability and polluter pay principles are sufficient to be used as a legal basis or if there is an urgency for the formatting of a new treaty related to state responsibility in the event of a nuclear submarine accident and to find out whether both principles can be applied in the 1972 London Convention as a deterrent effect for parties to comply with international treaties in the field of waste disposal. This study argues that both principles would be more effective if applied to a treaty. The legal framework is needed regarding state actions to account for accidental damage. It is also possible to incorporate both principles into the 1972 London Convention.

Keywords: nuclear submarine; strict liability principle; polluter pays principle

¹ Faculty of Law Padjadjaran University, Jl. Dipati Ukur No.35, Gedung 4, Lebakgede, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat 40132, email korespondensi: mazaya19001@mail.unpad.ac.id

² Faculty of Law Padjadjaran University, Jl. Dipati Ukur No.35, Gedung 4, Lebakgede, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat 40132.

PENDAHULUAN

Energi memainkan peran penting dalam kehidupan manusia, salah satunya adalah penggunaan energi nuklir.¹ Selama Perang Dunia Kedua, penelitian yang dilakukan oleh para ahli terkait teknologi nuklir hanya berfokus pada pembuatan bahan peledak dalam bentuk bom. Namun, para ahli mulai mengalihkan penggunaan material nuklir dari produksi bom menjadi pengoperasian pembangkit listrik tenaga nuklir dengan tujuan perdamaian serta menjadikannya hal yang bermanfaat bagi banyak orang.² Selain digunakan untuk pembangkit listrik, energi nuklir dapat digunakan sebagai bahan bakar dari kapal selam yang berperan penting untuk pertahanan maritim negara.³ Tidak bisa dipungkiri bahwa terdapat dampak yang dihasilkan dari pengoperasian kapal selam nuklir, terutama pada sektor lingkungan. Dalam hal ini, mencakup kecelakaan dan pembuangan limbah kapal selam nuklir.

Pada saat kapal selam nuklir mengalami kecelakaan, kekhawatiran utama terfokus pada jumlah radiasi yang mencemari lingkungan. Sampai saat ini, tidak ada perjanjian internasional yang mengatur kapal selam nuklir, sehingga negara yang bersangkutan tidak bertanggung jawab atas pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh kecelakaan tersebut. Selain itu, pengoperasian kapal selam nuklir tersebut akan menghasilkan limbah yang berasal dari siklus bahan bakar nuklir berupa cairan, padatan, dan gas.⁴ Perjanjian internasional yang mengatur terkait larangan membuang limbah ke laut, termasuk limbah radioaktif tercantum dalam *Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter* 1972 (yang selanjutnya disebut sebagai *London Convention* 1972). Perjanjian tersebut menegaskan bahwa para pihak dilarang untuk membuang limbah dan bahan lainnya ke dalam laut dalam bentuk dan kondisi apapun.⁵ Namun, pada penerapannya terdapat ketidakpatuhan negara terhadap perjanjian internasional yang ada terkait dengan pembuangan limbah radioaktif.

Tenggelamnya K-141 Kursk yang terjadi pada tahun 2000, merupakan salah satu contoh kasus kecelakaan kapal selam nuklir milik Rusia. Jika dilihat secara geografis Laut Barents terletak di antara Rusia dan Norwegia.⁶ Sejauh ini penulis tidak menemukan bentuk penerapan tanggung jawab Rusia untuk menanggulangi jumlah radiasi yang mencemari Laut Barents. Selain itu Uni Soviet (yang selanjutnya disebut dengan USSR) juga membuang sejumlah besar limbah radioaktif berupa padatan, cairan, dan beberapa reaktor di Laut Kara.⁷ Pembuangan

¹ Imam Mulyana, "The Development of International Law in the Field of Renewable Energy", *Hasanuddin Law Review*, No. 1, Vol. 2, 2016, p 39.

² World Nuclear Association, "Nuclear Power in the World Today", *world-nuclear.org*, 2024, <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today.aspx>. Accessed on February 16, 2024.

³ Widya Krulinasari, "Pengaturan Hukum Internasional Terhadap Penggunaan Nuklir Untuk Tujuan Damai", *Fiat Justitia Jurnal Ilmu Hukum*, No.1, Vol. 7, 2013, p. 6.

⁴ Sergey V. Stefanovsky, "Nuclear waste forms", *Geological Society Publications*, Vol. 236, 2004, p. 37.

⁵ Article 4 (1) Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping Wastes and Other Matter 1972.

⁶ Alexander N. Vylegzhanin & Oran R. Young, "Governing the Barents Sea Region: Current Status, Emerging Issues, and Future Options", *Ocean Development & International Law*, No. 1, Vol.49, 2018, p. 52.

⁷ Ingar Amundsen & Bjørn Lind, "The Kursk Accident", *StrålevernRapport Norwegian Radiation Protection Authority*, No. 42, Vol.35, 2001, p. 4.

limbah kapal selam nuklir tersebut berlangsung cukup lama bahkan kegiatan tersebut masih dilakukan walaupun USSR sudah menjadi pihak dalam London Convention 1972.

Karena terdapat kekosongan hukum pada tanggung jawab negara saat terjadi kecelakaan dan ketidakpatuhan negara pada pencemaran kapal selam nuklir, bagian pertama pada artikel ini akan menjelaskan terkait cara kerja reaktor kapal selam nuklir, jenis limbah yang dihasilkan, dan mekanisme untuk menghilangkan zat radioaktif di laut. Penjelasan teknis terkait kapal selam nuklir ini bertujuan agar pembaca dapat mengetahui bahaya yang ditimbulkan jika zat radioaktif tersebut mencemari lingkungan laut serta memahami bahwa zat radioaktif yang tercemar dapat dihilangkan melalui proses dekontaminasi. Pada bagian kedua akan menjelaskan terkait pengertian umum hukum internasional tentang tanggung jawab negara dan dilanjutkan dengan penjelasan konsep dasar prinsip *strict liability* dan prinsip *polluter pays*.

Topik dari artikel ini akan membahas terkait dengan kecelakaan kapal selam nuklir dan pembuangan limbah yang dianalisis menggunakan prinsip *strict liability* dan prinsip *polluter pays*. Sebagai bentuk konkret, artikel ini akan menganalisis apakah kedua prinsip tersebut cukup untuk digunakan sebagai dasar hukum atau terdapat urgensi terbentuknya perjanjian internasional baru terkait dengan kecelakaan kapal selam nuklir. Analisis permasalahan ini akan dikaitkan dengan kasus tenggelamnya K-141 Kursk milik Rusia. Selanjutnya, artikel ini juga akan menganalisis apakah kedua prinsip tersebut dapat diterapkan dalam *London Convention 1972*. Keresahan pada permasalahan tersebut berkaca pada kasus pembuangan limbah yang dilakukan oleh USSR di Laut Kara. Pada bagian penutup, artikel ini akan menguraikan dipelukannya atau tidak perjanjian baru terkait pertanggungjawaban negara terhadap lingkungan laut yang bersumber dari kecelakaan kapal selam nuklir dan bisakah kedua prinsip tersebut diterapkan pada *London Convention 1972*.

PEMBAHASAN

Cara Kerja Kapal Selam Nuklir, Limbah yang Dihasilkan, dan Metode Dekontaminasi Zat Radioaktif

1. Cara Kerja Kapal Selam Nuklir

Kunggulan yang dimiliki oleh kapal selam nuklir mencakup daya tahan, siluman dan jangkauan yang dapat berjalan dengan kecepatan lebih dari 30 knot.⁸ Aspek tersebut sangatlah efektif sehingga tidak sedikit negara-negara berambisi untuk memiliki kapal selam bertenaga nuklir. Salah satu bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan energi nuklir merupakan Uranium dengan isotop 235 (yang selanjutnya disebut sebagai U-235).⁹ Sangatlah ideal untuk menggunakan isotop 235 karena atom dalam energi tersebut mudah terpecah, sehingga akan menghasilkan energi panas dalam jumlah besar dengan berat massa jenis yang

⁸ Ensigns Michael Walker and Austin Krusz, "There's a Case for Diesels", *Proceedings of United States Naval Institute*, 2018.

⁹ United States Nuclear Regulatory Commission, "What is Nuclear Fuel?", *nrc.gov*, 2020, <https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/students/science-101/what-is-a-nuclear-fuel.html>. Accessed on July 30, 2024.

ringan.¹⁰ Untuk menggerakkan kapal selam nuklir, U-235 akan diproses terlebih dahulu hingga membentuk pelet.¹¹ Kemudian pelet tersebut dimasukkan kedalam tabung logam panjang, masing-masing tabung akan dikumpulkan menjadi satu dan membentuk *Fuel Assembly*.¹²

Tahapan selanjutnya, partikel neutron ditembakkan ke dalam *Fuel Assembly* yang berisikan U-235.¹³ Proses tersebut akan menimbulkan reaksi berantai yang menghasilkan energi panas atau bisa disebut dengan reaksi fisi.¹⁴ Untuk meredam energi panas yang besar, diperlukan mediator berupa *Heavy water* yang berfungsi sebagai pendingin, sehingga reaksi fisi dapat diperlambat.¹⁵ Laju reaksi berantai yang cepat dapat diperlambat menggunakan *Control Rods*, dengan cara kerja dari komponen tersebut berfungsi untuk menyerap sebagian neutron dari reaktor.¹⁶ Reaksi dari *Heavy water* yang terkena energi panas akan menghasilkan uap yang berfungsi untuk menggerakkan turbin. Hasil dari pergerakan turbin akan disalurkan untuk menggerakkan baling-baling kapal dan memutar generator untuk menghasilkan listrik.¹⁷

Setiap negara memiliki desain reaktor nuklir yang berbeda-beda, namun secara garis besar cara kerja dari reaktor kapal selam tetap sama. Perlu diperhatikan bahwa komponen reaktor kapal selam nuklir dirancang sedemikian rupa sehingga secara fisik tidak mungkin meledak, sehingga cara kerjanya tidak sama dengan bom atom.¹⁸ Salah satu satuan yang digunakan untuk mengukur tingkat radioaktivitas adalah *Becquerel* (Bq), yang secara spesifik merujuk pada jumlah radiasi dari suatu unsur seperti uranium.¹⁹ Pada saat yang sama, pengertian dari radioaktivitas merupakan gambaran laju bahan radioaktif yang memancarkan radiasi.²⁰

2. Limbah Kapal Selam Nuklir

Tingkatan pengayaan uranium terbagi menjadi uranium tingkat rendah atau *low enriched uranium* (yang selanjutnya disebut sebagai LEU) yang mana mengandung 20% kadar U-235,

¹⁰ U.S. Energy Information Administration, "Nuclear explained," *eia.gov*, 2023, <https://www.eia.gov/energyexplained/nuclear/#:~:text=Uranium%20is%20the%20fuel%20most,atoms%20are%20easily%20split%20apart.>; How Stuff Works, "Why is Uranium-235 ideal for nuclear power?", *science.howstuffworks.com*, 2024, <https://science.howstuffworks.com/innovation/science-questions/why-is-uranium-235-ideal-for-nuclear-power.htm>. Accessed on June 12, 2024.

¹¹ IAEA, "What is Uranium?," *iaea.org*, 2023, <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-is-uranium>. Accessed on July 12, 2024.

¹² *Ibid.*

¹³ Priska Ezrahayu, "Literatur Review: Penggunaan Reaktor Nuklir Dalam Sistem Propulsi Kapal Laut Studi Kasus TNI AL", *Jurnal Media Informatika*, No. 2, Vol. 5, 2024, p. 161.

¹⁴ *Ibid.*

¹⁵ Mohammad Mizanur Rahman, "Design concepts of supercritical water-cooled reactor (SCWR) and nuclear marine vessel: A review", *Progress in Nuclear Energy*, Vol. 124, 2020, p. 10.

¹⁶ Gomez, N., & Khalil, Y, "Nuclear Propulsion Systems: A Comparative Assessment of Manned Nuclear Submarines", *academia.edu*, 2016, p. 12-13, https://www.academia.edu/44555098/Nuclear_Propulsion_Systems_A_Comparative_Assessment_of_Manned_Nuclear_Submarines, Accessed on July 12, 2024.

¹⁷ Priska Ezrahayu, "Literatur Review: Penggunaan Reaktor Nuklir Dalam Sistem Propulsi Kapal Laut Studi Kasus TNI AL", *Loc.Cit.*

¹⁸ Thomas Curren, *Nuclear-Powered Submarines: Potential Environmental Effects*, Canada: n.p., 1989, p. 2.

¹⁹ United States Nuclear Regulatory Commission, "Becquerel (Bq)", *nrc.gov*, 2021, <https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/becquerel-bq.html>. Accessed on August 16, 2024.

²⁰ United States Nuclear Regulatory Commission, "Curie (Ci)", *nrc.gov*, 2021, <https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/curie-ci.html>. Accessed on July 13, 2024.

sedangkan pengayaan uranium tingkat tinggi atau *highly enriched uranium* (yang selanjutnya disebut sebagai HEU) mengandung lebih dari 20%.²¹ Diatas kadar tersebut terdapat persentase uranium tingkat senjata nuklir (yang selanjutnya disebut sebagai *weapon grade uranium*) yang merupakan istilah untuk U-235 yang diperkaya lebih dari 90% uranium.²² Pada penerapannya Amerika Serikat dan Inggris menggunakan *weapon grade uranium*, Rusia menggunakan HEU, Prancis mengganti bahan bakarnya dari HEU menjadi LEU, dan Tiongkok menggunakan LEU sebagai bahan bakar kapal selam nuklirnya.²³

Pengayaan uranium tersebut merupakan salah satu bahan bakar dari energi nuklir, yang nantinya akan menghasilkan limbah. Terdapat faktor yang menyebabkan variasi dari tingkat radioaktivitas pada limbah, seperti jenis reaktor, lamanya bahan bakar berada di dalam reaktor, dan jumlah peluruhan radioaktif sejak bahan bakar dikeluarkan dari reaktor.²⁴ Limbah dikategorikan menjadi menjadi *low-level waste* (LLW), *intermediate-level waste* (ILW), dan *high-level waste* (HLW). Kategori HLW berasal dari pemrosesan ulang bahan bakar bekas reaktor nuklir dan beberapa produksi senjata.²⁵ Hal tersebut mengakibatkan HLW memiliki tingkat radioaktif serta suhu yang sangat tinggi, sehingga diperlukan isolasi dan pembuangan permanen.²⁶

Perlu untuk diketahui bahwa selain uranium terdapat elemen lainnya seperti plutonium, thorium, cesium dan elemen lainnya termasuk limbah radioaktif.²⁷ Sebelum dilakukan pembuangan, bahan bakar bekas reaktor dapat didaur ulang dengan cara memisahkan uranium dan plutonium. Proses pengolahan limbah tersebut akan menghasilkan tiga produk yaitu uranium yang dapat digunakan kembali menjadi bahan bakar reaktor; plutonium yang dapat digunakan untuk membuat senjata nuklir; dan cairan serta padatan tersisa yang dikategorikan sebagai HLW.²⁸ Sehingga, negara yang memiliki kapal selam nuklir memiliki kesempatan untuk memanfaatkan limbah kapal selam nuklirnya untuk dijadikan senjata nuklir. Namun cakupan dari penulisan artikel ini hanya terbatas pada regulasi hukum pembuangan limbah pada kapal selam nuklir.

3. Dekontaminasi Zat Radioaktif di Laut Menggunakan Metode Molecular Sieve Zeolite

Molecular Sieve Zeolite (yang selanjutnya disebut sebagai MSZ) merupakan material mikroskopis yang memiliki struktur berpori, di mana satu Molecular dapat secara selektif

²¹ Chunyan Ma dan Frank von Hippel, *Ending the Production of Highly Enriched Uranium for Naval Reactors*, England: Routledge, 2014, p. 87.

²² Thomas B. Cochran, "U.S. nuclear weapons production: an overview", *Bulletin of the Atomic Scientists*, No.1, Vol. 44, 1988, p. 14.

²³ Chunyan Ma dan Frank von Hippel, *Loc.Cit.*

²⁴ Konrad B. Krauskopf, *Geology of High-Level Nuclear Waste Disposal*, California: Annual Reviews Inc, 1988, p. 177.

²⁵ John F. Ahearne, *Special Issue: Radioactive Waste*, North Carolina: American Institute of Physics, 1997, p. 23.

²⁶ United States Environmental Protection Agency, "High-Level Radioactive Waste (HLRW)", *Incident Waste Decision Support Tool (I-Waste DST)*, <https://iwaste.epa.gov/guidance/radiological-nuclear/high-level-waste>. Accessed on August 12, 2024.

²⁷ Deputy Assistant Secretary of Defense for Nuclear Matters, "The Nuclear Weapons Handbook 2020 [Revised]", 2020, p. 192, <https://www.acq.osd.mil/ncbdp/nm/NMHB2020rev/docs/NMHB2020rev.pdf>. Accessed on July 30, 2024.

²⁸ John F. Ahearne, *Special Issue: Radioactive Waste*, *Op.Cit.*, p. 24.

mengadsorpsi satu material.²⁹ Terdapat dua jenis MSZ yang dapat digunakan yaitu Zeolite alami yang memiliki karakter adsorpsi yang tetap dan Zeolite sintetis dapat mengatur karakter adsorpsi yang diinginkan. Ketika cairan yang terkontaminasi melewati massa MSZ, zat tersebut akan teradsorpsi ke atas permukaan.³⁰ Sebagai contoh pengaplikasiannya, 1 ton Zeolite sintetis dapat mengadsorpsi 11,4 mol ^{90}Sr yang ada di laut. Pelampung berbentuk pilar yang didalamnya terdapat 1 ton MSZ, berdiri dengan arah vertikal ke permukaan laut dengan bantuan pelampung yang dipasang pada bagian atas.³¹ Air laut yang tercemar akan terserap oleh MSZ dengan sistem pemompaan di sisi kapal.

MSZ yang telah terkontaminasi zat radioaktif dapat di daur ulang kembali serta dapat digunakan kembali hingga 15 kali pemakaian. Proses daur ulang dilakukan dengan mengeluarkan Zeolite dari bejana adsorber dan dimasukkan kedalam larutan Na_3PO_4 .³² Hasil dari proses tersebut akan menghasilkan padatan dan dapat dilakukan proses penyaringan untuk dibuang. Pengolahan kimia dari 3.000 ton MSZ menghasilkan 250 ton limbah olahan.³³ Proses ini merupakan opsi yang baik bagi negara untuk membersihkan laut dari limbah radioaktif, selain itu sampah dekontaminasi yang dihasilkan juga sedikit.

Tanggung Jawab Negara dalam Hukum Lingkungan Internasional

State Responsibility merupakan kewajiban yang timbul saat negara melakukan suatu kesalahan, sehingga negara dituntut untuk memperbaikinya berdasarkan hukum internasional.³⁴ Prinsip ini merupakan salah satu prinsip dasar hukum internasional yang timbul dari doktrin *State Sovereignty* serta *Equality of States*.³⁵ Pasal 1 ARSIWA 2001 secara eksplisit menjelaskan bahwa negara yang melakukan tindakan yang salah secara internasional, perlu untuk bertanggung jawab atas tindakannya.³⁶ Pasal 1 ARSIWA 2001 secara eksplisit menjelaskan bahwa negara yang melakukan tindakan yang salah secara internasional, perlu untuk bertanggung jawab atas tindakannya. Dalam *Chorzów Factory Trial Case (Germany v. Poland)*, Judge Max Huber memutuskan bahwa pelanggaran perjanjian melibatkan kewajiban untuk memberikan ganti rugi dalam bentuk barang dan merupakan pelengkap yang tidak terpisahkan dari kegagalan untuk menerapkan konvensi.³⁷ Kasus *Chorzów Factory* merupakan sengketa terkait perjanjian bilateral, di mana Jerman menyerahkan wilayah *Upper Silesia* kepada Polandia dengan syarat Polandia tidak menyerahkan harta benda milik Jerman.³⁸

²⁹ Eiji Ishizaki, Atsushi Minato, Masanori Itaba, & Satoru Ozawa, "Application of Adsorption Physics for Handling Environmental Pollution-One Method of Decontamination of Radioactive Seawater-", *International Journal of Research Science and Management*, No. 10, Vol. 2, 2015, p. 5.

³⁰ *Ibid.*

³¹ *Ibid.* p. 7.

³² *Ibid.* p. 8.

³³ *Ibid.* p. 9.

³⁴ Elizabeth A. Martin ed., *A Dictionary of Law*, New York: Oxford University Press, 2002, p. 477.

³⁵ Malcolm Shaw, *International Law Sixth Edition*, New York: Cambridge University Press, 2008, p. 778.

³⁶ Article 1 Draft Articles on responsibility of States for Internationally Wrongful Acts 2001.

³⁷ 1927 PCIJ Ser A No 9, 21, Factory at Chorzow (Germany v. Poland).

³⁸ Arindam Baruah, "Case Analysis on Chorzow Factory Case (Germany v. Poland)", *Commonwealth Law Review Journal*, Vol. 3, 2017, p. 37.

Namun Polandia melanggar perjanjian tersebut dan menjual dua pabrik milik Jerman yang berada di wilayah tersebut.³⁹

Selanjutnya terdapat pendapat dari Malcolm Shaw yang menyatakan bahwa terdapat tiga elemen yang digunakan untuk menentukan apakah negara perlu untuk bertanggung jawab, yaitu adanya kelalaian yang melanggar kewajiban hukum internasional, di mana kewajiban tersebut berlaku antara dua negara yang bersengketa; Tindakan negara tersebut harus pada posisi dimana negara sebagai institusi publik yang tidak sedang melaksanakan tugas kenegaraan sehingga bersifat kebal; dan harus ada kerugian atau kerusakan.⁴⁰ Perlu diketahui, bahwa terdapat perbedaan konotasi pada kata *responsibility* dan *liability*. *Responsibility* direpresentasikan sebagai tugas atau standar yang berlaku dalam sistem hukum dalam menjalankan peran sosial, sedangkan *liability* dipandang sebagai konsekuensi atas kegagalan dalam melaksanakan tugas tersebut atau dalam memenuhi standar kinerja yang diperlukan.⁴¹

Responsibility timbul dari kegagalan dalam memenuhi tanggung jawab hukum yang diterapkan, sedangkan *liability* merupakan penerapan ganti rugi hukum atas tindakan yang dilakukan.⁴² Dalam buku Julio Barboza, *liability* dibedakan menjadi beberapa macam seperti *objective liability* yang merupakan tanggung jawab atas tindakan yang salah; *Strict liability* yang merupakan tanggung jawab tanpa adanya unsur kesalahan; *Absolut liability* yang merupakan tanggung jawab yang lebih ketat; *Sine delicto liability* yang merupakan tanggung jawab atas akibat yang merugikan dari tindakan yang tidak dilarang oleh hukum internasional; and *Risk liability* yang merupakan tanggung jawab yang timbul dari suatu kegiatan berbahaya berdasarkan risiko yang ditimbulkan dari kegiatan tersebut.⁴³

1. Prinsip *Strict Liability*

Strict liability merupakan tanggung jawab tanpa ada unsur kelalaian atau kesalahan, prinsip ini bertujuan untuk menerapkan berbagai cara yang memungkinkan demi mencegah terjadinya pencemaran lingkungan.⁴⁴ Prinsip ini sering digunakan pada kasus pencemaran lintas batas negara, terkhusus pada kegiatan yang sangat berbahaya, seperti pengoperasian fasilitas tenaga nuklir, luar angkasa, dan aktivitas yang menyebabkan polusi.⁴⁵ Sebelum itu, kita perlu untuk mengerti terlebih dahulu perbedaan antara absolute liability dan *strict liability*. Dalam prinsip strict liability diperlukan penyelidikan uji tuntas berdasarkan standar kelalaian

³⁹ *Ibid.*

⁴⁰ Huala Adolf, *Aspek-aspek Negara Dalam Hukum Internasional*, Jakarta: Rajawali Pers, 2002, p. 257.

⁴¹ L.F.E. Goldie, "Concepts of strict and absolute liability and the ranking of liability in terms of relative exposure to risk", *Cambridge University Press*, Vol. 16, 2009, p. 180.

⁴² *Ibid.*

⁴³ Julio Barboza, *The Environment, Risk and Liability in International Law*, Leiden: Martinus Nijhoff Publisher, 2011, p. 24-26.

⁴⁴ Mahfud, "An Overview of Strict Liability Offences and Civil Penalties in The UK's Environmental Law", *Jurnal Hukum dan Peradilan*, No. 1, Vol.9, 2020, p. 156.

⁴⁵ Joni S. Charne, "Transnational Injury and Ultra-Hazardous Activity: An Emerging Norm of International Strict Liability", *Journal of Law and Technology*, Vol. 4, 1989, p. 82.

sementara absolute liability tidak mengizinkan pihak untuk melakukan mengizinkan pembelaan apa pun.⁴⁶ Penyelidikan tersebut memerlukan dua beban pembuktian yaitu pihak penggugat harus membuktikan bahwa kegiatan yang dilakukan termasuk kegiatan “*abnormally dangerous*” dan menyebabkan kerugian.⁴⁷

Terdapat parameter *strict liability* yang ditetapkan dalam keputusan dan dokumen hukum internasional. Di mana kerugian yang tidak disengaja harus merupakan tipikal risiko yang disebabkan oleh kesalahan dalam suatu kegiatan yang melibatkan kerugian lintas batas negara, risiko yang berkaitan dengan kegiatan tersebut, dan akibat dari risiko yang telah diperkirakan sebelum direalisasikan.⁴⁸ Salah satu perjanjian internasional yang menerapkan prinsip *strict liability* terdapat dalam Pasal 4 *Protocol on Liability and Compensation for Damage Resulting from Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal 1999*. Secara garis besar pasal tersebut menyebutkan siapa saja pihak yang bertanggung jawab atas kerugian yang disebabkan dari pergerakan lintas batas limbah dan membahas terkait hal-hal yang menghilangkan tanggung jawab.⁴⁹

Hukum Nasional Amerika Serikat juga menerapkan prinsip ini dalam *Oil Pollution Act of 1990*. Dalam perjanjian tersebut setiap pihak yang bertanggung jawab atas kapal, fasilitas, tindakan yang menimbulkan ancaman terhadap perairan zona ekonomi eksklusif diminta untuk bertanggung jawab untuk biaya pemindahan dan ganti rugi akibat yang diakibatkan oleh insiden tersebut.⁵⁰ Beberapa perjanjian dan konvensi tampaknya mendukung pernyataan bahwa *strict liability* perlu digunakan untuk menjadi standar pertanggungjawaban atas kerugian lintas batas negara. Hal ini sejalan dengan prinsip 21 deklarasi Stockholm, yang menyatakan bahwa setiap negara wajib untuk memastikan bahwa kegiatan yang dilakukan dalam yurisdiksi mereka tidak menyebabkan kerusakan di luar batas yurisdiksi nasional.⁵¹

Kita dapat melihat penerapan prinsip *strict liability* pada kasus tumpahan minyak Deepwater Horizon tahun 2010. Di mana tumpahan minyak tersebut disebabkan oleh ledakan di rig minyak yang terletak di Teluk Mexico.⁵² Atas kejadian tersebut, diperkirakan 5 juta barel atau 206 juta galon minyak mentah mencemari laut dan secara langsung mempengaruhi pesisir pantai 5 negara bagian AS.⁵³ Berdasarkan *Oil Pollution Act of 1990 AS*, *strict liability* berlaku

⁴⁶ Catherine Tinker, "Strict Liability of States for Environmental Harm: An Emerging Principle of International Law", *Touro Journal of Transnational Law*, Vol. 3, 1992, p. 159.

⁴⁷ Justisia US Law, "Caporale v. CW Blakeslee & Sons, Inc (149 Conn. 79 1961)", *law.justia.com*, <https://law.justia.com/cases/connecticut/supreme-court/1961/149-conn-79-1.html>. Accessed on December 03, 2024.

⁴⁸ Joni S. Charme, "Transnational Injury and Ultra-Hazardous Activity: An Emerging Norm of International Strict Liability", *Op.Cit.*, p. 77-78.

⁴⁹ Article 4 Protocol on Liability and Compensation for Damage Resulting from Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal 1999.

⁵⁰ Section 1002 (a) United State of America Oil Pollution Act of 1990, Public Law 101-380.

⁵¹ Principle 21 Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment 1972.

⁵² Richard Pallardy, "Deepwater Horizon oil spill", *Legal Action in Deepwater Horizon Oil Spill*, 2024, <https://www.britannica.com/event/Deepwater-Horizon-oil-spill/Legal-action>. Accessed on November 08, 2024.

⁵³ Emma S. Spiro and Jeannette Sutton, "Rumoring During Extreme Events: A Case Study of Deepwater Horizon 2010", *Association for Computing Machinery*, Proceedings of the 4th Annual ACM Web Science Conference, 2012, p. 277.

kepada semua pihak yang bertanggung jawab atas kapal atau fasilitas tempat minyak dibuang.⁵⁴ Berdasarkan putusan hakim distrik federal, pihak terkait diminta untuk membayar ganti rugi kerusakan lingkungan sebesar \$20,8 miliar.⁵⁵

Sehingga tindakan pencemaran lingkungan akan sangat efektif jika menerapkan prinsip *strict liability* sebagai dasar hukum bagi suatu negara saat melakukan kerusakan dalam lingkup pencemaran lingkungan. Meski begitu, akan lebih efektif jika prinsip ini juga diterapkan ke dalam elemen perjanjian internasional. Walaupun hingga saat ini, Penulis belum menemukan kasus hukum internasional yang menerapkan prinsip *strict liability* dalam putusan perkaranya. Suatu permulaan yang baik jika kita juga menerapkan prinsip ini dalam perjanjian internasional mendatang, seperti yang diterapkan oleh Hukum Nasional AS.

2. Prinsip *Polluters Pay*

Prinsip pencemar membayar/ *polluter pays* muncul pertama kali dalam dokumen *Environment and Economics: Guiding Principles Concerning International Economic Aspects of Environmental Policies* (OECD/Legal/0102) yang diterapkan oleh *International Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD). Ketentuan dalam dokumen tersebut mengatakan bahwa pencemar harus menanggung biaya pelaksanaan tindakan pencegahan dan pengendalian pencemaran untuk memastikan bahwa lingkungan berada dalam kondisi yang dapat diterima.⁵⁶

Prinsip ini juga tercantum dalam Prinsip 16 deklarasi Rio dengan menyatakan bahwa otoritas nasional hendaknya berupaya mendorong internalisasi biaya lingkungan dengan mempertimbangkan prinsipnya pencemar harus menanggung biaya pencemaran.⁵⁷ Lebih lanjut, Prinsip 13 menyatakan bahwa negara harus menetapkan undang-undang nasional mengenai tanggung jawab dan ganti rugi bagi korban pencemaran dan kerusakan lingkungan lainnya.⁵⁸ Dengan adanya prinsip ini, maka terdapat perkembangan dalam aspek penerapan ekonomi yaitu melalui pajak atau pungutan (*pollution charges*), seperti *air and water pollution fees*.⁵⁹

Prinsip *polluter pays* juga diterapkan dalam *preamble* perjanjian internasional seperti OPRC Convention 1990 dan TEIA Convention 1992 yang menetapkan bahwa “*taking account of*

⁵⁴ Thomas J. Schoenbaum, "Liability for Damages in Oil Spill Accidents: Evaluating the USA and International Law Regimes in the Light of Deepwater Horizon", *Journal of Environmental Law*, No. 3, Vol. 4, 2012, p. 398.

⁵⁵ National Oceanic and Atmospheric Administration, "Deepwater Horizon oil spill settlements: Where the money went", *noaa.gov*, 2017, <https://www.noaa.gov/explainers/deepwater-horizon-oil-spill-settlements-where-money-went>. Accessed on November 08, 2024.

⁵⁶ OECD Legal Instruments, "Recommendation of the Council on OECD Legal Instruments Guiding Principles concerning International Economic Aspects of Environmental Policies", p. 4, <https://legalinstruments.oecd.org/public/doc/4/4.en.pdf>. Accessed on August 16, 2024.

⁵⁷ Principle 16 Rio Declaration on Environment and Development 1992.

⁵⁸ Principle 13 Rio Declaration on Environment and Development 1992.

⁵⁹ Siti Sundari Rangkuti, *Dinamika Perkembangan Hukum Tata Negara dan Hukum Lingkungan*, Surabaya: Airlangga University Press, 2008, p. 97.

the polluter-pays principle as a general principle of international environmental law".⁶⁰ Selain itu prinsip *polluter pays* juga diterapkan pada pasal-pasal perjanjian internasional seperti Convention on the Protection of the Marine Environment of the Baltic Sea Area 1974, Treaty on the Functioning of the European Union 2009, dan Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council.⁶¹

Contoh penerapan prinsip *polluter pays* dapat dilihat dalam kasus tumpahan minyak Exxon Valdez yang mencemari terumbu karang di lepas pantai Pulau Bligh, Prince William Sound, Alaska, Amerika Serikat pada tahun 1989.⁶² Dalam waktu 5 jam, kapal tanker milik Exxon Valdez menumpahkan 10.1 juta galon minyak.⁶³ Pengadilan Distrik Amerika Serikat untuk Distrik Alaska memutuskan bahwa Exxon Valdez harus membayar restitusi pidana sebesar \$100 juta, penyelesaian perdata sebesar \$900 juta, dan perjanjian pembelaan pidana sebesar \$25 juta.⁶⁴

Tidak hanya itu, Exxon Valdez juga membayar sekitar \$2 miliar untuk biaya pembersihan dan \$1,8 miliar untuk pemulihan habitat dan kerugian pribadi.⁶⁵ Metode yang digunakan untuk membersihkan tumpahan minyak tersebut adalah dengan dispersan, pembakaran, pemulihan mekanis, dan pembersihan garis pantai.⁶⁶ Kasus tersebut merupakan salah satu contoh dari penerapan prinsip *polluter pays*, dimana pihak pencemar bukan hanya membayar denda atas kerugian yang ditimbulkan tetapi juga membersihkan lingkungan yang tercemar. Meski begitu tentu terdapat kekurangan dari *polluters pay*. Hal ini diungkapkan oleh Hoitink bahwa semua orang tau prinsip ini, tetapi tidak ada pengertian hukum dari prinsip *polluters pay*.⁶⁷ Pernyataan tersebut diperkuat dengan pernyataan Candice Stevens yang menyatakan bahwa kebanyakan orang mendukung bahwa polluters harus membayar atas pencemaran yang dilakukan, namun sementara pada praktiknya kebanyakan polluters tidak membayar kecuali terdapat terdapat intervensi dari pemerintahan, seperti adanya aturan hukum atau pajak.⁶⁸ Prinsip *polluters pay* juga tidak menjelaskan lebih lanjut jangka waktu berlakunya prinsip ini.

Jika prinsip ini diterapkan dalam suatu perjanjian, perlu juga mempertimbangkan terkait bagaimana pencemar untuk membayar kerugian yang ditimbulkan atas pencemar yang

⁶⁰ Preamble International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response, and Co-operation 1990; Preamble Convention on the Transboundary Effects of Industrial Accidents 1992.

⁶¹ Suparto Wijoyo & A'an Efendi, *Hukum Lingkungan Internasional*, Surabaya: Sinar Grafika, 2017, p. 99.

⁶² Justisia US Law, "In Re the Exxon Valdez, 296 F. Supp. 2d 1071 (D. Alaska 2004)", *law.justia.com*, <https://law.justia.com/cases/federal/district-courts/FSupp2/296/1071/2295714/>. Accessed on November 03, 2024.

⁶³ Samuel K. Skinner and William K. Reilly, "The Exxon Valdez Oil Spill", *A Report to the President*, 1989, p. 3, <https://nrt.org/sites/2/files/Valdez%20spill%20RTP.pdf>. Accessed on November 03, 2024.

⁶⁴ National Oceanic and Atmospheric Administration, "Exxon Valdez", *Damage Assessment, Remediation, and Restoration Program*, 2020, <https://darrp.noaa.gov/oil-spills/exxon-valdez>. Accessed on November 03, 2024.

⁶⁵ History.com Editors, "Exxon Valdez Oil Spill", *history.com*, 2018, <https://www.history.com/topics/1980s/exxon-valdez-oil-spill>. Accessed on November 10, 2024.

⁶⁶ Samuel K. Skinner and William K. Reilly, "The Exxon Valdez Oil Spill", *Op.Cit.*, p. 17-21.

⁶⁷ Hoitink J.E., "Het beginsel de vervuiler betaalt: revival van een milieubeginsel", *Milieu & Recht*, 2000, p. 30.

⁶⁸ Candice Stevens, "Interpreting the Polluter Pays Principle in the Trade and Environment Context", *Cornell International Law Journal*, Vol. 27, 1994, p. 577.

dilakukan di masa lalu. Jika negara tidak membayar kerugian tersebut, perlu dipertimbangkan bagaimana negara tersebut untuk menghilangkan polusinya yang tercemar. Atau Jika zat radioaktif tersebut masih tercemar di laut hingga saat ini, perlu juga mempertimbangkan probabilitas pencemar untuk tetap memulihkan lingkungan tersebut. Selain itu juga sangat disayangkan bahwa prinsip ini tidak diterapkan dalam sebagian besar bencana lingkungan yang terkenal yang telah menelan banyak korban jiwa di beberapa belahan dunia.⁶⁹

Namun terlepas dari adanya kekurangan pada pengertian hukum prinsip *polluters pay*. Penelitian ini akan berpendapat bahwa prinsip *polluters pay* masih efektif untuk digunakan sebagai prinsip umum hukum lingkungan internasional. Lebih jauh, jika prinsip *polluters pay* sudah dianggap tidak efektif, maka prinsip tersebut tidak akan diterapkan dalam *preamble* serta pasal-pasal dalam perjanjian internasional. Sehingga penulis berkesimpulan bahwa prinsip *polluters pay* hanya perlu untuk ditinjau serta dikonseptualisasi kembali berdasarkan hukum internasional agar lebih relevan.

Pertanggungjawaban Negara Atas Kecelakaan Kapal Selam Nuklir dan Pembuangan Limbah Radioaktif Berdasarkan Hukum Internasional

Pada paragraf sebelumnya kita dapat melihat kesinambungan antara prinsip *strict liability* dan *polluters pay*. Selain dinyatakan bersalah, penyelesaian sengketa yang menerapkan prinsip *strict liability* juga meminta pihak terkait untuk membayar ganti rugi atas kerusakan lingkungan. Sehingga secara tepat, paragraf ini akan menjelaskan terkait “Apakah *strict liability* dan *polluters pay* cukup untuk digunakan sebagai dasar hukum terkait dengan kecelakaan kapal selam nuklir atau diperlukannya perjanjian internasional baru agar negara yang bersangkutan dapat bertanggungjawab atas pencemaran yang terjadi pada lingkungan?” Sebagai bentuk konkret, studi ini akan mengaitkan permasalahan tersebut dengan kasus kecelakaan kapal selam nuklir K-141 Kursk. Kapal selam dengan tipe K-141 Kursk milik Rusia mengalami kecelakaan hingga tenggelam pada tahun 2000.⁷⁰ Lokasi kecelakaan dari kapal selam ini berada di Laut Barents dengan kedalaman di bawah 1500 meter, sehingga pada tahun tersebut tidak memungkinkan bagi Pemerintah Rusia untuk mengangkat kapal selam dan reaktor nuklirnya.⁷¹ Namun saat ini Kursk berada di kedalaman 108 meter di Laut Barents tetapi Pemerintah Rusia belum mengambil keputusan apakah akan mengangkat kapal selam dan reaktor yang berada di laut tersebut.⁷² Perhitungan menunjukkan bahwa 6 bulan setelah kecelakaan, konsentrasi radioaktivitas air di area yang berdekatan dengan kapal selam berkisar

⁶⁹ Christopher M Inwang, "Polluter pays principle; A jus cogen or customary international law", *International Journal of Law*, No. 1, Vol. 7, 2021, p. 133.

⁷⁰ IAEA, "Inventory of accidents and losses at sea involving radioactive material", *IAEA-TECDOC-1242*, 2001, p. 6, https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1242_prn.pdf. Accessed on August 16, 2024.

⁷¹ *Ibid.*, p. 12.

⁷² *Ibid.*

150-200 Bq/m³ dan diperkirakan akan menurun dengan cepat setelah 10 tahun dengan konsentrasi berjumlah 0,1 – 2,8 Bq/m³.⁷³



Gambar 1.1 Peta Laut Barents ⁷⁴

Laporan yang diterbitkan oleh Norwegian Radiation Protection Authority menyatakan bahwa dampak dari kecelakaan Kursk terhadap biota laut, lingkungan, dan manusia tidak perlu dianggap serius.⁷⁵ Pernyataan tersebut didasari oleh pengalaman dari kecelakaan kapal selam Komsomolets yang tenggelam di laut Norwegia pada tahun 1989.⁷⁶ Namun, perlu diperhatikan bahwa kecelakaan tersebut terjadi pada kedalaman 1670 meter dan di daerah yang penangkapan ikan yang kurang produktif.⁷⁷ Selain itu kapal selam Komsomolets hanya memiliki satu reaktor, sementara Kursk memiliki dua reaktor di dalam kapal selamnya.⁷⁸

Perhitungan pemodelan konservatif pada kecelakaan kapal selam Kursk menunjukkan bahwa konsentrasi Cs-137 pada ikan di Laut Barents berkisar antara 80-100 Bq/kg, dengan syarat jika 100% radioaktivitas dalam reaktor dilepaskan ke lingkungan, namun diperkirakan tingkat radioaktivitas saat ini berada di bawah 1 Bq/kg.⁷⁹ Namun tetap saja, perhitungan tersebut merupakan ketidakpastian yang besar. Selain konsentrasi air laut yang tercemar, kita juga perlu memperhatikan biota laut yang terkontaminasi dari radiasi kecelakaan tersebut. Laut Barents memiliki biota laut yang cukup banyak, dalam hal ini mencakup ikan, mamalia laut dan darat, serta flora bawah laut.⁸⁰ Seperti yang sudah disebutkan sebelumnya, lokasi dari

⁷³ Ingar Amundsen & Bjørn Lind, "The Kursk Accident", *Op.Cit.*, p. 26.

⁷⁴ The Editors of Encyclopedia Britannica, "Barents Sea", *britannica.com*, 2024, <https://www.britannica.com/place/Barents-Sea>. Accessed on October 25, 2024.

⁷⁵ Ingar Amundsen & Bjørn Lind, "The Kursk Accident", *Op.Cit.*, p. 30.

⁷⁶ *Ibid.*

⁷⁷ *Ibid.*

⁷⁸ *Ibid.*, p. 4; A. Leksin, U. Barth, and R. Mock, *The Kursk submarine disaster in view of resilience assessment*, London: Taylor & Francis Group, 2018, p. 1185.

⁷⁹ Ingar Amundsen & Bjørn Lind, "The Kursk Accident", *Ibid.*, p. 30.

⁸⁰ *Loc.Cit.*, The Editors of Encyclopedia Britannica, "Barents Sea"

laut ini berada di antara Rusia dan Norwegia. Dan hingga saat ini Penulis belum menemukan bentuk pertanggungjawaban Rusia atas pencemaran yang terjadi di Laut Barents.

Diperlukan keterampilan yang berbeda antara ilmu pengetahuan dan pembuatan kebijakan, tetapi keduanya saling melengkapi.⁸¹ Mengingat akan besarnya bahaya lingkungan yang ditimbulkan, terdapat regulasi hukum internasional yang mengatur tindakan utama yang perlu dilakukan saat terjadi kecelakaan kapal selam nuklir. Tercantum pada pasal 12 *International Convention for the Safety of Life at Sea 1974* menyatakan bahwa jika terjadi kecelakaan yang berpotensi menimbulkan bahaya lingkungan, nakhoda kapal nuklir harus segera memberitahu pemerintah dan otoritas negara di mana kapal tersebut berada atau tempat di mana kapal tersebut rusak.⁸² Namun perjanjian tersebut tidak menjelaskan lebih lanjut terkait tindakan yang harus dilakukan negara terhadap kerusakan lingkungan yang disebabkan.

Selanjutnya, terdapat perjanjian internasional lainnya yang mengatur terkait tanggung jawab finansial negara atau operator nuklir atas kerusakan yang disebabkan oleh kecelakaan nuklir yang tercakup dalam *Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage 1996*. Namun, cakupan dalam perjanjian ini hanya terbatas pada kecelakaan nuklir di darat.⁸³ Cakupan pembahasan pada artikel ini merupakan kecelakaan kapal selam nuklir yang terjadi pada lintas batas laut negara. Lebih lanjut, artikel ini akan membahas bentuk pertanggungjawaban negara terhadap pencemaran lingkungan dari kecelakaan kapal selam nuklir yang merupakan pokok dari permasalahan pada artikel ini.

Satu-satunya perjanjian internasional yang paling relevan dengan permasalahan ini adalah *Convention on The Liability of Operators of Nuclear Ships 1962*. Secara garis besar perjanjian ini mengatur terkait perlindungan finansial atas risiko nuklir, tanpa membuat pemilik terkena tanggung jawab yang tidak wajar. Terdapat ketentuan dalam perjanjian tersebut yang menyatakan bahwa operator kapal nuklir harus bertanggung jawab secara mutlak atas segala kerusakan nuklir setelah ada bukti bahwa kerusakan tersebut disebabkan oleh insiden nuklir yang melibatkan bahan bakar nuklir, atau produk atau limbah radioaktif yang diproduksi di kapal tersebut.⁸⁴

Perjanjian tersebut menerapkan prinsip *strict liability* dalam instrumen perjanjiannya. Namun tidak ada satupun ketentuan pada konvensi ini yang memaksakan *strict liability* kepada Negara Pihak itu sendiri, hanya operator atau pemilik instalasi atau fasilitas yang menanggung *strict liability*.⁸⁵ Serta cakupan dari perjanjian tersebut tidak membahas terkait dengan pertanggungjawaban atas lingkungan yang telah tercemar. Perjanjian ini belum

⁸¹Yulinda Adharani & Nadia Astriani, "Benoa Bay reclamation: The impact of policy-making for social and environment", *Humanities & Social Sciences Reviews*, No. 4, Vol. 8, 2020, p. 1228.

⁸² Annex VIII Article 12 International Convention for the Safety of Life at Sea 1974.

⁸³ Article 1 section J(i) Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage 1996.

⁸⁴ Article 2 (1) Convention on the Liability of Operators of Nuclear Ships 1962.

⁸⁵ Joni S. Charme, "Transnational Injury and Ultra-Hazardous Activity: An Emerging Norm of International Strict Liability, *Op.Cit.*, p. 82.

berlaku dan mungkin tidak akan pernah berlaku, karena terdapat konflik terkait pandangan apakah konvensi ini harus mencakup kapal perang nuklir.⁸⁶ Selain itu perjanjian ini tidak mendapat dukungan yang cukup untuk berlakunya perjanjian. Selanjutnya, apakah prinsip *strict liability* saja cukup digunakan sebagai dasar hukum terkait kecelakaan kapal selam nuklir? Jika kita melihat pada prakteknya, terdapat beban pembuktian yang diperlukan berdasarkan prinsip ini. Namun kasus pencemaran lingkungan seringkali dihadapkan oleh kesulitan untuk membuktikan bahwa kegiatan yang dilakukan menyebabkan kerugian.⁸⁷ Terlepas dari permasalahan tersebut prinsip *strict liability* saja cukup diberlakukan sebagai dasar hukum pertanggungjawaban negara atas kecelakaan kapal selam nuklir terhadap lingkungan. Sejalan dengan dengan prinsip 22 Deklarasi Stockholm, menyatakan bahwa kerjasama negara diperlukan dalam menyusun hukum internasional terkait tanggung jawab, ganti rugi terhadap korban pencemaran, dan kerusakan lingkungan hidup yang disebabkan oleh kegiatan di dalam maupun di luar yurisdiksi negara.⁸⁸ Selain deklarasi tersebut mendukung adanya pertanggungjawaban terhadap pencemaran lingkungan, diperlukan kerjasama negara seperti mendukung terbentuknya perjanjian yang menerapkan prinsip *strict liability*. Sehingga akan lebih efektif jika terdapat perjanjian internasional baru yang juga menerapkan prinsip *strict liability* seperti perjanjian internasional lainnya.

Kawasan lingkungan laut dapat digunakan untuk menangkap ikan, pelayaran, dan melindungi ekosistem serta spesies yang terancam punah.⁸⁹ Jika dikaitkan dengan kasus kecelakaan kapal selam nuklir K-141 Kursk, kita perlu mempertimbangkan bahwa tidak hanya ekosistem laut yang tercemar, tetapi zat radioaktif tersebut juga mencemari biota laut yang merupakan mata pencaharian bagi nelayan di Laut Barents. Selain terganggunya kegiatan ekonomi para nelayan, bagaimana jika ikan yang terkontaminasi zat radioaktif di konsumsi oleh masyarakat setempat? Bagaimana dengan masyarakat di pesisir pantai yang sebagian besar makanan pokoknya hariannya adalah ikan hasil tangkapan? Sehingga untuk mengatasi hal tersebut, prinsip *polluters pay* dapat diterapkan sebagai bentuk konkret dari penerapan prinsip *strict liability*. Sehingga, negara yang mencemari laut tidak hanya membayar kerugian atas pencemarannya, tetapi juga membersihkan laut tersebut dari zat radioaktif.

Pada paragraf sebelumnya, cakupan permasalahannya bersumber dari tidak adanya perjanjian internasional yang mengatur terkait dengan kecelakaan kapal selam nuklir. Sedangkan cakupan permasalahan pada paragraf berikut bersumber dari ketidakpatuhannya negara terhadap perjanjian internasional terkait pembuangan limbah radioaktif. Sehingga artikel ini akan menjawab “Apakah prinsip *strict liability* dan *polluter pays* dapat diterapkan

⁸⁶ IAEA, “Civil Liability for Nuclear Damage: Advantages and Disadvantages of Joining the International Nuclear Liability Regime A paper by the International Expert Group on Nuclear Liability (INLEX)”, *iaea.org*, <https://www.iaea.org/sites/default/files/17/11/liability-regime.pdf>. Accessed on December 03, 2024.

⁸⁷ Andri G. Wibisana, *Penegakan Hukum Lingkungan Melalui Pertanggungjawaban Perdata*, Jakarta: Badan Penerbit Fakultas Hukum Universitas Indonesia, 2017, p. 156.

⁸⁸ Principle 22 Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment 1972.

⁸⁹ Davina Oktivana, “The Role of Marine Protected Areas in The Conservation of Fisheries Resources In Indonesia: A Legal Analysis”, *Padjadjaran Journal of International Law*, No. 1, Vol. 7, 2023, p 28.

dalam *London Convention 1972* agar memberikan efek jera bagi pihak perjanjian agar tidak lagi membuang limbahnya ke laut". Sebagai bentuk konkretnya, permasalahan ini akan dikaitkan dengan kasus pembuangan limbah radioaktif yang dilakukan oleh USSR di Laut Kara. Pada tahun 1993 Federasi Rusia memberikan informasi kepada IAEA terkait limbah yang dibuang di Laut Arktik dan Pasifik Timur Laut selama 1959-1992.⁹⁰ Limbah yang dibuang ke Laut Kara merupakan reaktor dan kompartemen reaktor dengan spesifikasi 6 reaktor kapal selam nuklir dan satu unit pelindung dari kapal pemecah es bertenaga nuklir dengan total radioaktivitas sebesar 85×10^{15} Bq; 10 reaktor tanpa bahan bakar sebesar $3,7 \times 10^{15}$ Bq; LLW dalam bentuk cairan sebesar $0,9 \times 10^{15}$ Bq; Padatan ILW dan LLW sebesar $0,6 \times 10^{15}$ Bq yang dibuang di Laut Barents dan Laut Kara.⁹¹ Limbah tersebut dibuang pada kedalaman yang bervariasi antara 12 dan 300 m di Laut Kara, tepatnya di teluk dangkal Novaya Semlya.⁹²



Gambar 1.2 Peta Laut Kara⁹³

Pengukuran air laut serta sedimen juga dilakukan di Fjord lainnya di sekitar Novaya Semlya, tempat di mana material radioaktif tersebut dibuang. Ditemukan kadar zat radioaktif yang tinggi pada sedimen serta dasar air di Stepovogo Fjord, lebih tepatnya di pantai timur Novaya Semlya. Pada tahun berikutnya, ekspedisi gabungan dari Norwegia-Rusia pada tahun 1992, 1993 dan 1994 menunjukkan bahwa tingkat radioaktivitas di air tidak berbeda dengan tingkat di Laut Kara terbuka⁹⁴ Pembuangan limbah yang dilakukan oleh USSR sebagian besar terjadi sebelum berlakunya *London Convention* di tahun 1972 dan sebelum USSR menjadi pihak dalam perjanjian tersebut di tahun 1976.⁹⁵ Namun pembuangan limbah ke Laut Arktik masih

⁹⁰ Kirsti-Liisa and Gordon S, "The International Arctic Seas Assessment Project: Progress report", *IAEA Bulletin*, No. 2, Vol. 37, 1995, p. 26.

⁹¹ *Ibid.*, p. 26-27.

⁹² Ingar Amundsen & Bjørn Lind, "The Kursk Accident", *Op.Cit.*, p. 1; Kirsti-Liisa and Gordon S., "The International Arctic Seas Assessment Project: Progress report", *Ibid.*, p. 27.

⁹³ The Editors of Encyclopedia Britannica, "Kara Sea", *britannica.com*, <https://www.britannica.com/place/Kara-Sea>. Accessed on January 22, 2025.

⁹⁴ Joint Russian-Norwegian Expert Group for Investigation of Radioactive Contamination in the Northern Areas, "Dumping of Radioactive Waste and Radioactive Contamination in The Kara Sea: Results from 3 years of investigations (1992-1994)", *iaea.org*, 1996, p. 11, https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/28/007/28007527.pdf. Accessed on September 25, 2024.

⁹⁵ Kirsti-Liisa and Gordon S., "The International Arctic Seas Assessment Project: Progress report", *Op.Cit.*, p. 27.

dilakukan hingga tahun 1991 Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, cakupan *London Convention 1972* mengatur terkait larangan membuang limbah radioaktif ke laut. Terdapat pernyataan pada *Preamble London Convention 1972*, yang mengakui bahwa kapasitas laut untuk mengasimilasi limbah dan menjadikannya tidak berbahaya, serta kemampuannya untuk meregenerasi sumber daya alam, bukanlah hal yang tidak terbatas.⁹⁶ Namun tidak dapat dipungkiri bahwa laut membutuhkan waktu untuk menetralkan limbah yang tercemar menjadi tidak berbahaya. Pada kasus sebelumnya, pencemaran yang dihasilkan dari kapal selam K-141 Kursk membutuhkan waktu hingga 10 tahun bagi laut untuk melakukan regenerasi. Selain itu penelitian pada tahun 1992-1994, juga tidak memberikan angka pasti terkait tingkat radioaktivitas pada konsentrasi air laut dan biota laut di Laut Kara. Sehingga pernyataan tersebut tidak dapat dijadikan pengecualian bagi negara untuk tidak bertanggung jawab atas pencemaran yang dilakukan. Seperti yang diketahui bahwa pertanggungjawaban berdasarkan prinsip *strict liability* terbatas pada kategori kegiatan yang *abnormally dangerous*. Salah satu kegiatan yang dari kategori tersebut adalah ultra hazardous activity, yang mencakup pengoprasian reaktor nuklir.⁹⁷ Sehingga prinsip *strict liability* otomatis berlaku terhadap kegiatan yang berkaitan dengan pengoprasian nuklir. Berdasarkan Pasal X *London Convention 1972*, negara perlu untuk mengembangkan prosedur sebagai bentuk pertanggungjawaban negara atas kerusakan lingkungan hidup yang bersumber dari pembuangan limbah.⁹⁸ Pernyataan tersebut sejalan dengan penerapan dari prinsip *strict liability*, tetapi pasal tersebut tidak mencakup batasan sejauh mana pertanggungjawaban atas lingkungan tersebut berlaku. Sehingga jika prinsip *polluter pays* diterapkan ke dalam *London Convention 1972*, maka prinsip ini dapat digunakan sebagai tindakan konkret atas konsekuensi bagi negara yang melanggar perjanjian tersebut. Berkaitan dengan kasus *dumping* yang dilakukan oleh USSR, prinsip *polluter pays* akan membebankan USSR untuk menghilangkan kontaminasi radioaktif di Laut Kara dan membayar ganti rugi pemulihan habitat di laut. Prinsip ini dapat berguna sebagai pelengkap kebijakan *London Convention 1972*, sehingga memungkinkan negara pihak untuk lebih taat pada perjanjian. Tentu hal ini juga perlu didukung oleh pengawasan dan kerjasama internasional.

Dari kedua permasalahan tersebut, secara garis besar salah satu opsi solusi yang dapat digunakan untuk menghilangkan kontaminasi yang disebabkan oleh kecelakaan kapal selam nuklir dan *dumping* adalah dengan menggunakan metode MSZ. Sebagai latar belakang, teknologi ini digunakan oleh Jepang untuk mengatasi pencemaran yang bersumber dari kebocoran pembangkit listrik tenaga nuklir yang berada di Fukushima. Kebocoran tersebut terjadi pada tahun 2011, pada saat itu Jepang mengalami bencana alam berupa gempa bumi dan tsunami. Bencana tersebut menyebabkan cairan pendingin pada reaktor berhenti bekerja dan mengakibatkan *nuclear fuel melted down* dan mencemari laut Fukushima. Hal serupa dapat

⁹⁶ Preamble Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter 1972.

⁹⁷ Andri G. Wibisana, *Penegakan Hukum Lingkungan Melalui Pertanggungjawaban Perdata*, Op.Cit., p. 63-66.

⁹⁸ Article 10 Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter 1972.

diterapkan oleh negara untuk mempertanggungjawabkan zat radioaktif yang terkontaminasi ke laut sebagai bentuk penerapan dari prinsip *polluters pay*. Mengingat kegiatan *dumping* yang dilakukan USSR berlangsung hingga 30 tahun, akan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk membersihkan zat radioaktif yang tersisa.

PENUTUP

Simpulan

Berkaca dari kasus kecelakaan K-141 Kursk milik Rusia, studi ini menyimpulkan bahwa, prinsip *strict liability* dapat digunakan sebagai dasar hukum pertanggungjawaban negara atas pencemaran yang diakibatkan dari kecelakaan kapal selam nuklir. Sedangkan pada kasus kasus pembuangan limbah yang dilakukan oleh USSR, studi ini menarik kesimpulan bahwa Pasal X *London Convention 1972* secara implisit menerapkan prinsip *strict liability*. Tetapi pasal tersebut tidak menjelaskan lebih lanjut terkait prosedur pertanggungjawaban lingkungan yang mewajibkan negara untuk mengembalikan kondisi lingkungan seperti semula.

Pembuangan limbah oleh USSR dapat dipermasalahkan berdasarkan *London Convention 1972*, namun tidak ada otoritas yang memberikan sanksi meskipun USSR merupakan dari pihak perjanjian. Kita dapat berasumsi bahwa selain penerapan perjanjian yang tidak efektif, kesadaran Negara untuk tidak pembuangan limbah ke laut juga masih sangatlah minim. Terlepas dari permasalahan tersebut, suatu langkah yang baik untuk menerapkan prinsip *polluter pays* ke dalam *London Convention 1972*.

Saran

Akan lebih efisien jika prinsip ini diterapkan dalam suatu perjanjian internasional. Sehingga diperlukannya perjanjian internasional baru yang menerapkan prinsip *strict liability* dan *polluters pay*, agar negara yang mencemari lingkungan tidak hanya membayar ganti rugi tetapi juga membersihkan laut tersebut. Kasus K-141 Kursk merupakan salah satu dari sekian banyaknya kasus kecelakaan kapal selam nuklir yang mencemari laut. Tanpa adanya sanksi yang ketat, masalah ini akan terus berulang di masa depan. Berkaitan dengan kasus *dumping*, sangat memungkinkan jika prinsip *polluter pays* diterapkan ke dalam *London Convention 1972* sebagai bentuk konkrit pertanggungjawaban negara. Beberapa perjanjian internasional lainnya juga menerapkan prinsip ini dalam bentuk *preamble* maupun pasal. Namun, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti perlunya pengertian hukum serta batasan yang jelas terkait prinsip tersebut. Hal ini diperlukan agar prinsip ini lebih efektif untuk diterapkan dalam *London Convention 1972*.

Selain itu, artikel juga menyarankan solusi bagi negara untuk melakukan dekontaminasi zat radioaktif di laut untuk menggunakan metode MSZ sebagai bentuk pengimplementasian prinsip *polluter pays*. Selain dapat digunakan untuk membersihkan zat radioaktif, MSZ bekas dapat di daur ulang untuk pemakaian selanjutnya. Sehingga metode ini juga memungkinkan untuk meminimalisir sampah yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA**Buku**

- A. Leksin, U. Barth, and R. Mock, *The Kursk submarine disaster in view of resilience assessment*, London: Taylor & Francis Group, 2018.
- Andri G. Wibisana, *Penegakan Hukum Lingkungan Melalui Pertanggungjawaban Perdata*, Jakarta: Badan Penerbit Fakultas Hukum Universitas Indonesia, 2017.
- Chunyan Ma dan Frank von Hippel, *Ending the Production of Highly Enriched Uranium for Naval Reactors*, England: Routledge, 2014.
- Elizabeth A. Martin ed., *A Dictionary of Law*, New York: Oxford University Press, 2002.
- Huala Adolf, *Aspek-aspek Negara Dalam Hukum Internasional*, Jakarta: Rajawali Pers, 2002.
- John F. Ahearne, *Special Issue: Radioactive Waste*, North Carolina: American Institute of Physics, 1997.
- Julio Barboza, *The Environment, Risk and Liability in International Law*, Leiden: Martinus Nijhoff Publisher, 2011.
- Konrad B. Krauskopf, *Geology of High-Level Nuclear Waste Disposal*, California: Annual Reviews Inc, 1988.
- Malcolm Shaw, *International Law Sixth Edition*, New York: Cambridge University Press, 2008.
- Siti Sundari Rangkuti, *Dinamika Perkembangan Hukum Tata Negara dan Hukum Lingkungan*, Surabaya: Airlangga University Press, 2008.
- Suparto Wijoyo & A'an Efendi, *Hukum Lingkungan Internasional*, Surabaya: Sinar Grafika, 2017.
- Thomas Curren, *Nuclear-Powered Submarines: Potential Environmental Effects*, Canada: n.p., 1989.

Jurnal

- Alexander N. Vylegzhanin & Oran R. Young, "Governing the Barents Sea Region: Current Status, Emerging Issues, and Future Options", *Ocean Development & International Law*, No. 1, Vol.49, 2018.
- Arindam Baruah, "Case Analysis on Charzow Factory Case (Germany v. Poland)", *Commonwealth Law Review Journal*, Vol. 3, 2017.
- Candice Stevens, "Interpreting the Polluter Pays Principle in the Trade and Environment Context", *Cornell International Law Journal*, Vol. 27, 1994.
- Catherine Tinker, "Strict Liability of States for Environmental Harm: An Emerging Principle of International Law", *Touro Journal of Transnational Law*, Vol. 3, 1992.
- Christopher M Inwang, "Polluter pays principle; A jus cogen or customary international law", *International Journal of Law*, No. 1, Vol. 7, 2021.
- Davina Oktivana, "The Role of Marine Protected Areas in The Conservation of Fisheries Resources In Indonesia: A Legal Analysis", *Padjadjaran Journal of International Law*, No. 1, Vol. 7, 2023, p 28.
- Eiji Ishizaki, Atsushi Minato, Masanori Itaba, & Satoru Ozawa, "Application of Adsorption Physics for Handling Environmental Pollution-One Method of Decontamination of

- Radioactive Seawater-", *International Journal of Research Science and Management*, No. 10, Vol. 2, 2015.
- Hoitink J.E., "Het beginsel de vervuiler betaalt: revival van een milieubeginsel", *Milieu & Recht*, 2000.
- Imam Mulyana, "The Development of International Law in the Field of Renewable Energy", *Hasanuddin Law Review*, No. 1, Vol. 2, 2016, p 39.
- Ingar Amundsen & Bjørn Lind, "The Kursk Accident", *StrålevernRapport Norwegian Radiation Protection Authority*, No. 42, Vol.35, 2001.
- Joni S. Charne, "Transnational Injury and Ultra-Hazardous Activity: An Emerging Norm of International Strict Liability", *Journal of Law and Technology*, Vol. 4, 1989.
- Kirsti-Liisa and Gordon S, "The International Arctic Seas Assessment Project: Progress report", *IAEA Bulletin*, No. 2, Vol. 37, 1995.
- L.F.E. Goldie, "Concepts of strict and absolute liability and the ranking of liability in terms of relative exposure to risk", *Cambridge University Press*, Vol. 16, 2009.
- Mahfud, "An Overview of Strict Liability Offences and Civil Penalties in The UK's Environmental Law", *Jurnal Hukum dan Peradilan*, No. 1, Vol.9, 2020.
- Mohammad Mizanur Rahman, "Design concepts of supercritical water-cooled reactor (SCWR) and nuclear marine vessel: A review", *Progress in Nuclear Energy*, Vol. 124, 2020.
- Priska Ezrahayu, "Literatur Review: Penggunaan Reaktor Nuklir Dalam Sistem Propulsi Kapal Laut Studi Kasus TNI AL", *Jurnal Media Informatika*, No. 2, Vol. 5, 2024.
- Sergey V. Stefanovsky, "Nuclear waste forms", Geological Society Publications, Vol. 236, 2004.
- Thomas B. Cochran, "U.S. nuclear weapons production: an overview", *Bulletin of the Atomic Scientists*, No.1, Vol. 44, 1988.
- Thomas J. Schoenbaum, "Liability for Damages in Oil Spill Accidents: Evaluating the USA and International Law Regimes in the Light of Deepwater Horizon", *Journal of Environmental Law*, No. 3, Vol. 4, 2012.
- Widya Krulinasari, "Pengaturan Hukum Internasional Terhadap Penggunaan Nuklir Untuk Tujuan Damai", *Fiat Justitia Jurnal Ilmu Hukum*, No.1, Vol. 7, 2013.
- Yulinda Adharani & Nadia Astriani, "Benoa Bay reclamation: The impact of policy-making for social and environment", *Humanities & Social Sciences Reviews*, No. 4, Vol. 8, 2020, p. 1228.

Regulasi Hukum Internasional

1927 PCIJ Ser A No 9, 21, Factory at Chorzow (Germany v. Poland).

International Convention for the Safety of Life at Sea 1974.

Convention on the Liability of Operators of Nuclear Ships 1962.

Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping Wastes and Other Matter 1972.

Draft Articles on responsibility of States for Internationally Wrongful Acts 2001.

Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment 1972.

International Convention on Oil Pollution Preparedness, Response, and Co-operation 1990;
 Preamble Convention on the Transboundary Effects of Industrial Accidents 1992.
 Protocol on Liability and Compensation for Damage Resulting from Transboundary
 Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal 1999.
 Rio Declaration on Environment and Development 1992.
 United State of America Oil Pollution Act of 1990, Public Law 101-380.
 Vienna Convention on Civil Liability for Nuclear Damage 1996.

Sumber Lain

History.com Editors, "Exxon Valdez Oil Spill", *history.com*, 2018, <https://www.history.com/topics/1980s/exxon-valdez-oil-spill>. Accessed on November 10, 2024.

How Stuff Works, "Why is Uranium-235 ideal for nuclear power?", *science.howstuffworks.com*, 2024, <https://science.howstuffworks.com/innovation/science-questions/why-is-uranium-235-ideal-for-nuclear-power.htm>. Accessed on June 12, 2024.

IAEA, "Inventory of accidents and losses at sea involving radioactive material", *IAEA-TECDOC-1242*, 2001, https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1242_prn.pdf. Accessed on August 16, 2024.

IAEA, "What is Uranium?," *iaea.org*, 2023, <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-is-uranium>. Accessed on July 12, 2024.

Justisia US Law, "Caporale v. CW Blakeslee & Sons, Inc (149 Conn. 79 1961)", *law.justia.com*, <https://law.justia.com/cases/connecticut/supreme-court/1961/149-conn-79-1.html>. Accessed on December 03, 2024.

Justisia US Law, "In Re the Exxon Valdez, 296 F. Supp. 2d 1071 (D. Alaska 2004)", *law.justia.com*, <https://law.justia.com/cases/federal/district-courts/FSupp2/296/1071/2295714/>. Accessed on November 03, 2024.

National Oceanic and Atmospheric Administration, "Deepwater Horizon oil spill settlements: Where the money went", *noaa.gov*, 2017, <https://www.noaa.gov/explainers/deepwater-horizon-oil-spill-settlements-where-money-went>. Accessed on November 08, 2024.

National Oceanic and Atmospheric Administration, "Exxon Valdez", *Damage Assessment, Remediation, and Restoration Program*, 2020, <https://darrp.noaa.gov/oil-spills/exxon-valdez>. Accessed on November 03, 2024.

Richard Pallardy, "Deepwater Horizon oil spill", *Legal Action in Deepwater Horizon Oil Spill*, 2024, <https://www.britannica.com/event/Deepwater-Horizon-oil-spill/Legal-action>. Accessed on November 08, 2024.

The Editors of Encyclopedia Britannica, "Barents Sea", *britannica.com*, 2024, <https://www.britannica.com/place/Barents-Sea>. Accessed on October 25, 2024.

The Editors of Encyclopedia Britannica, "Kara Sea", *britannica.com*, <https://www.britannica.com/place/Kara-Sea>. Accessed on January 22, 2025.

- U.S. Energy Information Administration, "Nuclear explained," *eia.gov*, 2023, <https://www.eia.gov/energyexplained/nuclear/#:~:text=Uranium%20is%20the%20fuel%20most,atoms%20are%20easily%20split%20apart>. Accessed on June 12, 2024.
- United States Environmental Protection Agency, "High-Level Radioactive Waste (HLRW)", *Incident Waste Decision Support Tool (I-Waste DST)*, <https://iwaste.epa.gov/guidance/radiological-nuclear/high-level-waste>. Accessed on August 12, 2024.
- United States Nuclear Regulatory Commission, "Becquerel (Bq)", *nrc.gov*, 2021, <https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/becquerel-bq.html>. Accessed on August 16, 2024.
- United States Nuclear Regulatory Commission, "Curie (Ci)", *nrc.gov*, 2021, <https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/curie-ci.html>. Accessed on July 13, 2024.
- United States Nuclear Regulatory Commission, "What is Nuclear Fuel?", *nrc.gov*, 2020, <https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/students/science-101/what-is-an-nuclear-fuel.html>. Accessed on July 30, 2024.
- World Nuclear Association, "Nuclear Power in the World Today", *world-nuclear.org*, 2024, <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today.aspx>. Accessed on February 16, 2024.
- Deputy Assistant Secretary of Defense for Nuclear Matters, "The Nuclear Weapons Handbook 2020 [Revised]", 2020, <https://www.acq.osd.mil/ncbdp/nm/NMHB2020rev/docs/NMHB2020rev.pdf>. Accessed on July 30, 2024.
- Emma S. Spiro and Jeannette Sutton, "Rumoring During Extreme Events: A Case Study of Deepwater Horizon 2010", *Association for Computing Machinery*, Proceedings of the 4th Annual ACM Web Science Conference, 2012.
- Ensigns Michael Walker and Austin Krusz, "There's a Case for Diesels", *Proceedings of United States Naval Institute*, 2018.
- Gomez, N., & Khalil, Y, "Nuclear Propulsion Systems: A Comparative Assessment of Manned Nuclear Submarines", *academia.edu*, 2016, https://www.academia.edu/44555098/Nuclear_Propulsion_Systems_A_Comparative_Assessment_of_Manned_Nuclear_Submarines, Accessed on July 12, 2024.
- IAEA, "Civil Liability for Nuclear Damage: Advantages and Disadvantages of Joining the International Nuclear Liability Regime A paper by the International Expert Group on Nuclear Liability (INLEX)", *iaea.org*, <https://www.iaea.org/sites/default/files/17/11/liability-regime.pdf>. Accessed on December 03, 2024.
- Joint Russian-Norwegian Expert Group for Investigation of Radioactive Contamination in the Northern Areas, "Dumping of Radioactive Waste and Radioactive Contamination in The Kara Sea: Results from 3 years of investigations (1992-1994)", *iaea.org*, 1996,

https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/28/007/28007527.pdf.

Accessed on September 25, 2024.

OECD Legal Instruments, "Recommendation of the Council on OECD Legal Instruments Guiding Principles concerning International Economic Aspects of Environmental Policies", <https://legalinstruments.oecd.org/public/doc/4/4.en.pdf>. Accessed on August 16, 2024.

Samuel K. Skinner and William K. Reilly, "The Exxon Valdez Oil Spill", *A Report to the President*, 1989, <https://nrt.org/sites/2/files/Valdez%20spill%20RTP.pdf>. Accessed on November 03, 2024.