



## WACANA MANAJEMEN EMISI LIMBAH NUKLIR

Laporan Riset Dr. Jan  
Hoesada, Komite Kerja KSAP.

### PENDAHULUAN

Pada berbagai SAK kelas-dunia terdapat PSAK AT yang mengandung isu (1) biaya pemretelan AT paska-tugas (*dismantling cost*) yang harus diakuntansikan sejak awal perolehan AT, amat relevan bagi AT PLTN, ditambah (2) biaya operasional tahunan untuk manajemen-pengamanan emisi-limbah nuklir. FASB menerbitkan SFAS 143 untuk keperluan akuntansi ARO, sedang IAS Board menerbitkan IAS 37 untuk pengaturan provisi tentang ARO. Liabilitas ARO di akui dan di ukur pada saat perolehan, pembuatan, konstruksi atau pendirian PLTN, pabrik komputer beremisi limbah radio-aktif, pangkalan rudal, lokasi pengeboran minyak dan gas dan berbagai fasilitas lain.

Pada tahun 2023, sebesar 1,3 Juta ton limbah-nuklir PLTN Fukushima di lepas ke laut-bebas nan-dalam dengan izin IAEA - PBB.

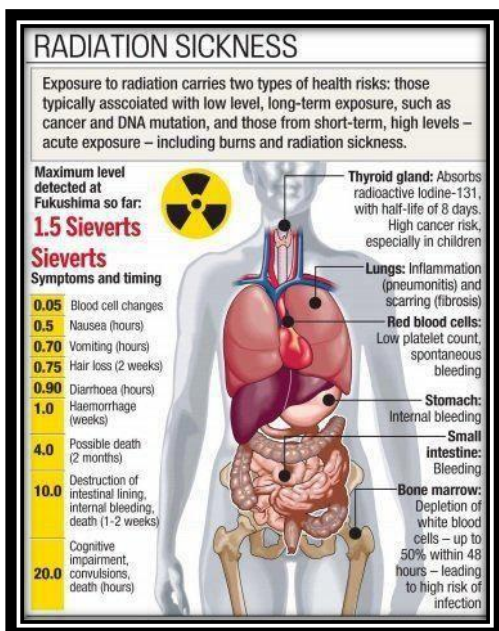
Hanindita Basmatulhana, 2022, menyajikan artikel berjudul *7 Penyebab Kerusakan Laut, Apa Saja?*, sumber Detikpedia cq detikedu, antara lain mengungkapkan sebagai berikut.

Kerusakan laut adalah perubahan yang terjadi secara langsung atau tidak langsung terhadap sifat fisik atau hayati laut yang melampaui kriteria baku kerusakan laut. Kriteria baku kerusakan laut merupakan ukuran batas perubahan sifat fisik atau hayati lingkungan laut yang dapat diteganggung alam dan umat manusia, sebagaimana dilansir dari buku *Perlindungan Pesisir Pengendalian Pencemaran dan Teknik Remediasi* karya Sarwoko Mangkoedihardjo. Kriteria baku kerusakan laut ditetapkan sesuai dengan kondisi fisik ekosistem laut, yakni terumbu karang, mangrove, dan padang lamun. Penyebab Kerusakan Laut antara lain adalah merusak terumbu karang, membuang sampah dan limbah cair ke laut, kerusakan akibat pertambangan dan pemukiman, perburuan menggunakan bahan peledak dan racun, penggundulan hutan dan hutan bakau terkait Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1999.

dmi, 2023, menyajikan makalah berjudul *Jepang Buang Limbah Nuklir ke Laut, Perairan Indonesia Aman?*, sumber CNN Indonesia, antara lain mengungkapkan bahwa Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) mengungkap kondisi laut Indonesia tidak akan terpengaruh pembuangan limbah nuklir Fukushima. Profesor riset di Pusat Riset Teknologi Daur Bahan Bakar Nuklir dan Limbah Radioaktif BRIN Djarot Sulistio Wisnubroto membandingkannya dengan insiden kebocoran Reaktor Fukushima pada 2011. Usai kejadian, berdasarkan hasil pantau para ahli, ia menyebut tak ditemukan dampak signifikan di perairan RI, padahal saat kecelakaan tersebut banyak radioaktif yang terlepas ke laut. Ia menjelaskan limbah nuklir

yang terbawa dengan air dan dibuang di laut itu, merupakan air olahan yang mengandung zat radioaktif tritium dalam konsentrasi rendah, sehingga tidak berefek negatif bagi biota laut maupun manusia. Selain itu, Djarot memprediksi arus laut yang berasal dari Fukushima akan lebih mengarah ke timur dari pada ke Selatan atau ke arah Indonesia. Namun, arus laut tersebut setelah sekian lama, ada kemungkinan ke Selatan. Jepang melepas air terolah tersebut selama 30 tahun, jadi sangat perlahan. Bersamaan dengan itu tritium juga akan meluruh (waktu paruh tritium 12,5 tahun, artinya dalam jangka waktu tersebut konsentrasi tritium tinggal separuhnya), jadi kalau sampai perairan Indonesia maka kadarnya sudah bisa diabaikan. Limbah nuklir itu akan terbawa arus ke arah Timur dan bakal berdampak di perairan Amerika, namun sampai saat ini tidak ada protes keras dari pemerintah Amerika Serikat.

Gumanti Awaliyah, 2023, menyajikan artikel berjudul *Limbah Nuklir yang Dibuang Jepang ke Samudra Pasifik, Seberapa Bahayanya Bagi Lingkungan?*, sumber Republika, antara lain mengungkapkan bahwa Jepang mulai membuang limbah radioaktif pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) Fukushima ke Samudra Pasifik pada Kamis (24/8/2023). Meskipun langkah



ini diklaim telah sesuai standar keselamatan Internasional dan petunjuk Badan Atom Internasional (IAEA), berbagai ahli menilai tindakan itu memberi dampak buruk terhadap ekosistem laut. Menurut lembaga penelitian ilmiah kelautan Jerman, perairan di lepas pantai Pasifik Jepang akan menjadi wilayah pertama yang terkena dampaknya, terutama perairan di sekitar Prefektur Fukushima. Dengan arus terkuat di dunia di sepanjang pantai Fukushima, bahan radioaktif dapat menyebar ke sebagian besar Samudra Pasifik dalam waktu 57 hari sejak tanggal pembuangan, dan mencapai seluruh samudra di dunia dalam satu dekade. Profesor hukum Internasional di Dalian Maritime University, Zhan Yanqiang, mengatakan setidaknya ada 60 jenis elemen radioaktif dalam air limbah nuklir Fukushima dan berdampak terhadap kesehatan manusia. *Langkah Jepang membuang*

*limbah nuklir ke laut sangat tidak bertanggung jawab*, kata Yanqiang sebagai direktur Institute for Yellow Sea and Bohai Studies, seperti dilansir CGTN. Pakar nuklir Greenpeace mengatakan, tingkat isotop radioaktif karbon-14 di dalam air yang tercemar akan tetap berbahaya selama ribuan tahun dan berpotensi menyebabkan kerusakan genetik. Oleh karena itu, pembuangan air yang tercemar nuklir ke lautan akan mempengaruhi berbagai aspek termasuk migrasi ikan secara global, perikanan pelagis, kesehatan manusia dan keamanan ekologi. Protes juga datang dari Asosiasi Pasar Ikan Suva di negara kepulauan pasifik, Fiji. Presiden Asosiasi, Samu Maraiwai, menegaskan air limbah yang terkontaminasi nuklir yang dibuang ke Samudra Pasifik berisiko besar merusak ekosistem laut. Limbah yang terkontaminasi nuklir juga akan menjadi racun pada tingkat tertentu dan akan mempengaruhi kehidupan ikan, rumput laut, karang laut, serta sumber mata pencaharian mereka. Kami sangat prihatin dengan sikap Pemerintah Fiji yang menyatakan air limbah itu aman, padahal hal itu akan menimbulkan risiko kehancuran terhadap ekosistem laut dan sumber mata pencaharian kami, ujar Mariwai seperti dilansir Global Times, Selasa (29/8/2023). Limbah nuklir yang dibuang oleh Jepang berasal dari pembangkit nuklir Fukushima yang bocor akibat gempa dan tsunami yang terjadi pada 2011. Tiga reaktor nuklir rusak parah akibat gempa magnitudo 9.0

di lepas pantai Jepang. Sejak itu, operator Tepco mengumpulkan 1,34 juta ton air yang digunakan untuk mendinginkan sisa-sisa reaktor yang masih sarat radioaktif. Air yang telah disuling inilah yang dibuang ke Samudra Pasifik.

Erik Purnama Putra, 2023, menyajikan artikel berjudul *BHS Ingatkan Pemerintah Serious Tanggapi Pembuangan Limbah Nuklir Fukushima*, sumber Antara, antara lain menyatakan bahwa perairan Sulawesi hingga Teluk Cenderawasih mungkin terimbas pembuangan limbah nuklir. Nelayan Indonesia khususnya yang beroperasi di Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 716 yang mencakupi perairan Laut Sulawesi dan utara Pulau Halmahera, serta WPP 717 yang meliputi perairan Teluk Cenderawasih dan Samudra Pasifik dikhawatirkan juga dapat terimbas pembuangan limbah itu.

CRIONline, 2023, menyajikan artikel berjudul *Jepang yang Bersikeras Membuang Air Limbah Nuklir ke Laut Telah Kehilangan Kredibilitasnya*, antara lain mengungkapkan bahwa apakah kepercayaan masyarakat yang sudah hilang dapat kembali dalam waktu 12 tahun?" Inilah pertanyaan yang diajukan oleh sebuah laporan yang dirilis Fuji News Network baru-baru ini. Berbagai fakta membuktikan, pemerintah Jepang tidak berupaya menarik kembali dukungan rakyat, malah bersikeras melangkah di jalan yang akan menyebabkannya kehilangan kepercayaan. Pada bulan April dua tahun yang lalu, pemerintah Jepang mengumumkan, pihaknya berencana membuang air limbah nuklir Fukushima ke laut mulai musim semi tahun 2023. Pengumuman ini mengundang keraguan dan pertentangan luas dari dalam dan luar negeri. Jepang terus mempercepat pembangunan fasilitas terkait dengan tujuan membuat *'faith accompli'* dalam hal ini. Tindakan tersebut tidak hanya merugikan otoritas organisasi internasional terkait, juga tidak bertanggung jawab terhadap rakyat Jepang dan masyarakat internasional. Hasil penelitian terbaru yang diumumkan Institut Sains dan Teknologi Kelautan Korea dan Institut Tenaga Nuklir Korea menunjukkan, apabila air limbah nuklir dibuang di perairan Pulau Fukushima yang terletak di sebelah timur Jepang, maka zat radioaktif Tritium dalam air akan mengalir ke arah timur seiring gelombang hangat Jepang, dan akhirnya akan tersebar ke seluruh perairan Pasifik Utara pada 10 tahun kemudian. Pakar nuklir senior Greenpeace untuk kantor Jepang, Shaun Burnie menunjukkan, selain Tritium, dalam air limbah nuklir Fukushima masih terdapat banyak zat radioaktif yang tidak dapat disaring melalui teknologi yang dimiliki PLTN Fukushima, misalnya Carbon-14 dengan waktu paruh melewati 5.000 tahun. Oleh karena itu, pernyataan pemerintah Jepang terkait keamanan pembuangan air limbah nuklir tidak dapat dipercaya. Laporan asesmen yang dirilis tim kerja teknik Badan Tenaga Atom Internasional juga menunjukkan, rancangan pembuangan air limbah Jepang ada yang tidak sesuai dengan standar keamanan PBB.

Sementara itu, di depan Konferensi Informal Pemimpin Istimewa Forum Negara Kepulauan Pasifik yang diadakan baru-baru ini, para pemimpin sekali lagi menyatakan tentangan keras mereka atas rencana Jepang terkait pembuangan air limbah ke laut. Mereka berpendapat, rencana tersebut bukan masalah pribadi Jepang, melainkan hal penting yang dapat mempengaruhi seluruh dunia termasuk negara-negara Kepulauan Pasifik, Jepang harus menyusun rencananya berdasarkan sains dan data terkait. Selain itu, di depan rapat Dewan Keamanan PBB yang digelar pada tanggal 14 Februari lalu, Tiongkok dan Rusia menyatakan keprihatinannya atas masalah pembuangan air limbah Jepang, dan menunjukkan bahwa keputusan Jepang tersebut akan merugikan lingkungan laut, ekosistem, serta kehidupan dan kesehatan rakyat berbagai negara, tetapi Jepang tetap mengambil keputusan tersebut tanpa berkonsultasi dengan negara tetangga.

Menghadapi keraguan dan pertentangan dari dalam dan luar negeri, pemerintah Jepang tidak mau mengoreksi kesalahannya, dan berupaya menarik dukungan negara lain. Menurut laporan Kyodo News pada tanggal 22 Februari lalu, pemerintah Jepang sedang mendorong suatu rancangan, mencantumkan isi 'Air limbah nuklir Fukushima yang dibuang ke laut tidak akan berpengaruh pada tubuh manusia dan lingkungan, cara penanganannya transparan dan patut disambut' ke dalam Pernyataan Bersama Pertemuan KTT G7 yang dijadwalkan akan digelar pada bulan Mei ( dilihat dari berdasar tanggal pengunggahan artikel CROnline) mendatang. Hal ini bahkan tidak dapat meyakinkan media arus utama Jepang. Kyodo News mengakui, rencana pembuangan air limbah ke laut telah mengundang pertentangan keras Tiongkok dan Korea serta masyarakat dalam negeri Jepang sendiri, bahkan sulit mencapai kesepakatan dalam intern G7, karena pernyataan tersebut 'sulit dicantumkan pada akhirnya.'

Laut adalah dasar kehidupan dan pembangunan berbagai negara di dunia. *Jepang sebagai penandatangan Konvensi PBB tentang Hukum Laut, bertanggung jawab dan wajib melestarikan lingkungan laut.* Sejak tahun 2013, pemerintah Jepang telah mengajukan lima rancangan mengenai cara penanganan air limbah nuklir, mengapa keputusan terakhir malah membuang air ke laut, alasannya adalah karena biayanya paling rendah. Tentang apakah tindakan itu melanggar hukum internasional serta merugikan ekosistem laut dan kesehatan manusia, hal ini tidak dipertimbangkan oleh mereka. Tindakan yang hanya ingin mencari keuntungan telah mengungkapkan egoisme pemerintah Jepang. Apabila Jepang bersikeras membuang air limbah ke laut, masyarakat internasional harus mengambil tindakan bersama, melindungi kepentingan bersama melalui cara hukum. Jepang sudah kehilangan kredibilitasnya dan menjadi pihak yang berdosa dalam sejarah.

Adi Ahdiat, 2023, menyajikan artikel berjudul *Bukan Cuma Jepang, Ini Negara yang Buang Limbah Nuklir ke Laut*, sumber databoks, antara lain mengungkapkan bahwa Jepang menjadi sorotan masyarakat internasional, setelah mereka mengumumkan pembuangan limbah nuklir ke laut pada Agustus 2023. Limbah yang dibuang itu berupa air bekas pendingin reaktor pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) Fukushima Daiichi milik Tokyo Electric Power Company (Tepco). Tepco mengklaim, sebelum dibuang ke laut, air limbah mereka sudah diolah dengan metode *Advanced Liquid Processing System (ALPS)*, sehingga tingkat kontaminasinya memenuhi standar aman. Setelah melalui proses ALPS, air limbah buangan Tepco diklaim hanya terkontaminasi oleh sisa zat radioaktif bernama "tritium", dan kadarnya jauh lebih rendah dibanding standar kontaminasi air minum dari World Health Organization (WHO). WHO menetapkan standar kontaminasi tritium dalam air minum yang aman untuk manusia maksimal 10.000 Becquerel/Bq (satuan radioaktif) per liter. Sementara, kadar tritium dalam air limbah nuklir Tepco di bawah 1.500 Bq per liter. Hal itu juga sudah dikonfirmasi oleh International Atomic Energy Agency (IAEA), badan otonom di bidang kerja sama nuklir global. Dampak pembuangan (air limbah Tepco yang sudah diolah) terhadap manusia konsisten dengan standar keselamatan internasional, menurut tim IAEA dalam laporan *Comprehensive Report on the Safety Review of the ALPS-Treated Water at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station* (Juli 2023).

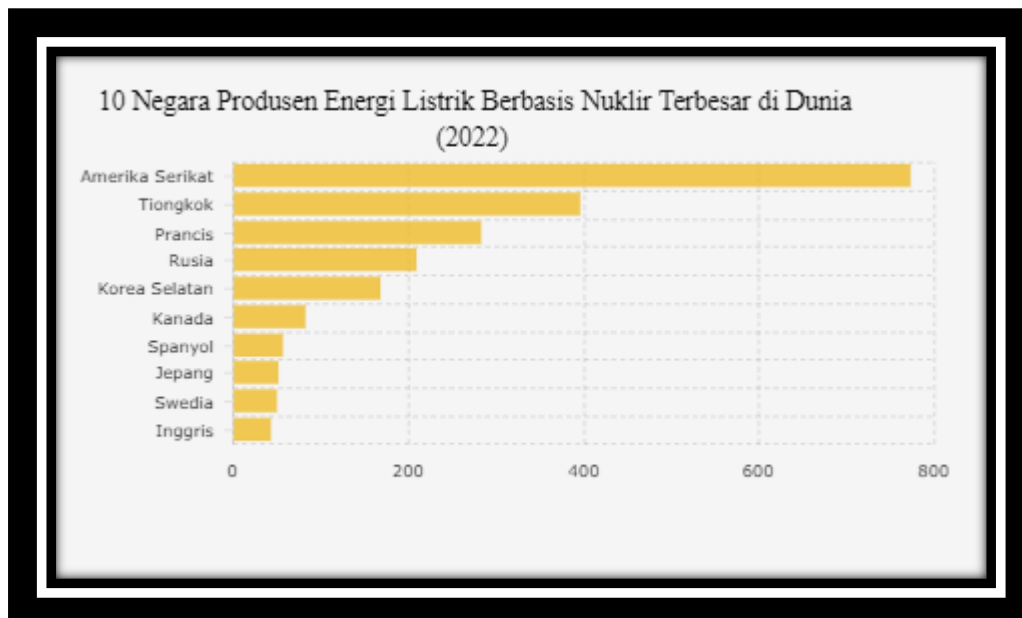
Jepang bukan satu-satunya negara yang membuang air limbah nuklir berisi tritium ke laut. Menurut Kementerian Ekonomi, Perdagangan, dan Industri Jepang (METI), negara-negara produsen energi nuklir besar dunia juga umumnya melakukan hal serupa. Pada fasilitas nuklir, baik di dalam maupun luar negeri, tritium dibuang sebagai limbah cair ke sungai dan laut, serta dibuang ke atmosfer melalui proses ventilasi, sesuai dengan aturan hukum di negara masing-masing, menurut tim METI dalam dokumen presentasi *What is ALPS Treated Water?* yang dipublikasikan di situs resmi mereka.

Berikut daftar negara yang membuang limbah nuklir berupa tritium cair ke sungai dan laut pada tahun 2021, berdasarkan data yang dihimpun METI:

- Prancis: 10.042 triliun Becquerel/Bq (satuan radioaktif)
- Kanada: 1.760 triliun Bq
- Tiongkok: 304 triliun Bq
- Romania: 130 triliun Bq
- Korea Selatan: 120 triliun Bq
- Amerika Serikat: 43,4 triliun Bq
- Taiwan: 35 triliun Bq
- Spanyol: 25,6 triliun Bq
- Slovenia: 16 triliun Bq
- Jerman: 1,1 triliun Bq

Penulis makalah ini berpendapat bahwa reaksi, protes dan aksi-balas berbagai negara kepada Jepang seharusnya dilakukan juga kepada negara-negara tersebut di atas, tentu-saja sambil mawas-diri ; jangan-jangan negara-pemrotes ternyata juga emiten limbah nuklir ke alam bebas.

Menurut data METI, pada 2021 Jepang tidak membuang tritium. Namun, pemerintah mereka sudah menerapkan aturan bahwa pembuangan tritium ke sungai dan laut maksimal 22 triliun Bq per tahun. Adapun data tersebut di atas hanya mencakupi jumlah limbah tritium cair, belum termasuk limbah tritium berbentuk uap (*steam*) yang dillepaskan ke atmosfer dari fasilitas nuklir.



Muhaimin Muhaimin , 2023, menyajikan artikel berjudul *Alasan Jepang Buang Limbah Nuklir Fukushima ke Laut, Sains Jadi Dalih Pembenaran*, sumber SindoNews, antara lain menggambarkan peta wilayah Pasifik yang **berpotensi** terkena dampak pembuangan air limbah nuklir Fukushima, Jepang. Jepang membuangnya ke laut karena kehabisan ruang untuk menyimpan air limbah olahan tersebut, ke laut Samudra Pasifik mulai 24 Agustus 2023. Krisis daya tampung dijadikan alasan dan sains dijadikan dalih pembenaran dari

tindakan tersebut. Tokyo Electric Power (TEPCO), operator PLTN tersebut, mengklaim bahwa air limbah nuklir terolah & dibuang ke laut tersebut aman bagi lingkungan-hidup dan telah diperiksa Badan Energi Atom Internasional (IAEA). TEPCO akan melakukan empat kali pelepasan air limbah hingga Maret 2024, dengan jumlah pelepasan air setiap kali sebanyak 7.800 meter kubik. Pembuangan yang baru dimulai diperkirakan memakan waktu sekitar 17 hari. Keseluruhan proses pembuangan limbah ke laut bebas akan memakan waktu minimum 30 tahun.

Bermula dari bencana gempa ber-magnitudo 9,1 dan tsunami pada Maret 2011, terjadilah kerusakan tiga reaktor PLTN Fukushima, sebagai bencana nuklir terburuk kedua setelah bencana Chernobyl tahun 1986. Setelah lumpuh, PLTN Fukushima masih menghasilkan 100 meter kubik air limbah, campuran dari air tanah dan air laut, setiap hari. Limbah inilah yang semestinya digunakan untuk mendinginkan reaktor nuklir yang rusak akibat gempa dan tsunami. Air limbah nuklir itu ditampung, namun produksi limbah-nuklir tidak berhenti, samapai suatu saat TEPCO kekurangan tempat untuk menampungnya. Air limbah diprediksi akan melebihi kapasitas tangki yakni 1,3 juta meter kubik pada awal 2024.

Sajian berjudul *Seberapa Aman Makanan Laut dari Jepang, Imbas Pembuangan Limbah Nuklir ke Laut?*, sumber KompasTV, Agustus 2023, menyatakan bahwa tak ada dampak impor-makanan ex-Jepang dan tak ada dampak limbah nuklir pada laut kepulauan NKRI. Makanan laut dari Jepang menjadi salah satu primadona bagi masyarakat Indonesia. Usai Jepang membuang limbah nuklir ke laut, muncul pertanyaan seberapa aman makan makanan laut dari Jepang. Pembuangan air limbah nuklir dari Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) Fukushima telah dimulai pada Kamis (24/8/2023). Air limbah nuklir yang dibuang sebanyak 1,34 juta ton, berasal dari pendingin reaktor pabrik yang rusak akibat tsunami 2011 lalu, dan dibuang lantaran tangki-tangki penampung limbah sudah penuh. Berbagai negara mengancam akan membatasi masuknya makanan laut dari Jepang. Mengapa demikian? Apakah makanan laut dari Jepang berbahaya? Pakar bidang limbah radioaktif Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada (UGM) Yogyakarta; Susetyo Hario Putero, menjelaskan, air limbah nuklir yang dibuang ke laut sudah tidak berdampak radiasi. Pasalnya, air limbah tersebut sudah diolah menggunakan teknologi *Advanced Liquid Processing System (ALPS)*. Pembuangan itu juga mendapatkan izin dari Badan Tenaga Atom Internasional (IAEA), makanan laut dari Jepang aman dikonsumsi. Izin buang limbah-nuklir dari IAEA diberikan kepada Jepang setelah dilakukan analisis terhadap keselamatan dan proteksi radiasi berdasarkan pengambilan data bahwa data menunjukkan bahwa air limbah nuklir dari PLTN Fukushima sudah konsisten dengan standar keselamatan internasional. IAEA menyatakan bahwa dampak radiologis terhadap manusia dan lingkungan dapat diabaikan. Hasil pengukuran tingkat radioaktif pada air limbah nuklir menunjukkan tingkat radiasi di bawah batas berbahaya. Seiring berjalannya waktu, aktivitas radioaktif juga akan terus menurun. Kandungan radioaktif air-laut yang sampai di Indonesia melalui jalur laut akan lebih kecil lagi dari hasil pengukuran di Fukushima. Pengawas Tenaga Nuklir (Bapeten) dan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) disarankan tetap mengawasi dan mengkaji lebih lanjut terkait risiko dan dampak pembuangan air limbah nuklir di perairan Indonesia. Surabaya (beritajatim.com), 2023, menyajikan artikel berjudul *Indonesia Disinyalir Terdampak Jepang Buang Limbah Nuklir ke Laut, Ini Kata Pakar Universitas Airlangga, sumber beritajatim, antara lain mengungkapkan bahwa Jepang dikabarkan mulai membuang air nuklir Fukushima ke laut hari ini, Kamis (24/8/2023)*. Indonesia menjadi negara di sekitar Samudera Pasifik yang akan kena dampaknya. Menanggapi itu, Pakar Marine Biologi dan Aquakultur Universitas Airlangga (Unair) Prof. Mochammad Amin Alamsjah, Ir., M.Si.,Ph.D menjelaskan, bahwa



limbah nuklir akan bereaksi secara bertahap pada ekosistem perairan tertentu dengan durasi waktu berbeda. Organisme hidup di dasar perairan (demersal) akan menerima dampak pencemaran terberat dibandingkan organisme perairan lainnya yang hidup dan berkembang di atas dasar perairan, atau masuk kategori organisme pelagis. Jika tidak mampu beradaptasi maka organisme itu akan mengalami gangguan pertumbuhan bahkan kematian. Gangguan pertumbuhan itu bisa dilihat dari *median inhibitory concentration/IC50*. Sedangkan kematian bisa terukur dari *median lethal concentration/LC50*. Mekanisme perubahan kualitas perairan juga menyebabkan perubahan pada beberapa species ikan yang terpaksa mengalami migrasi ke perairan lebih dalam atau mendorong mobilitas ke wilayah perairan lain yang memungkinkan dapat menjamin kelulushidupan organisme perairan tersebut. Kompetisi asupan unsur hara dan keterbatasan ruang hidup membuat proses adaptasi species semakin kompleks, berdampak kelangkaan species, diawali adanya seleksi alam, *over exploited*, penurunan kelimpahan dan kualitas sumber daya ikan. Indikator perubahan antara lain semakin kecil ukuran sumber daya ikan yang tertangkap, hasil tangkap per satuan upaya dalam produksi secara keseluruhan menurun, terjadinya dominasi species tertentu, gangguan lingkungan perairan, dan makin-tingginya mobilitas manusia mengeksploitasi sumber daya ikan dan lingkungan perairan. Pada kasus terjadinya kelangkaan biota perairan, menjadi perhatian serius untuk mengkatagorikan dalam kelompok punah (*extinct*) dengan skala penilaian derajat erosi 5 atau musnah. Selanjutnya, kelompok genting (*endangered*) dengan skala penilaian derajat erosi 4 atau terancam punah dan tidak dapat bertahan tanpa perlindungan ketat. Kelompok rawan (*vulnerable/depleted*) dengan skala derajat erosi 3 atau penurunan populasi sangat pesat, sehingga jumlah biota semakin sedikit dan dalam kondisi eksploitasi yang dilakukan meningkat. Kemudian kelompok jarang (*rare/restricted*) dengan skala penilaian derajat erosi 2 atau ditemukannya populasi terbatas dan mengalami resiko kepunahan karena tekanan yang berat, serta kelompok terkikis



(*undeterminate*) untuk menilai derajat erosi 1 atau kondisi yang mulai mengalami proses kelangkaan tapi belum diidentifikasi.

## **KESEPAKATAN BEBERAPA NEGARA PENGHASIL LIMBAH-NUKLIR**

Belum terdapat kesepakatan internasional cq PBB tentang penanganan limbah-nuklir . *CRI-online*, 2023 , menyajikan *Mengapa sejumlah Negara Barat “Tenang” pada Rencana Pembuangan Air Limbah Nuklir Jepang ke Laut?*, sumber China Radio International.CRI, antara lain memberitakan bahwa hari Senin kemarin (10/7 tahun 2023) adalah satu minggu berselang se usai laporan evaluasi IAEA terhadap masalah pembuangan air limbah nuklir Fukushima ke laut> Dalam waktu satu minggu yang lalu, suara penentangan dari masyarakat internasional termasuk negara-negara Kepulauan Pasifik, Filipina, Indonesia, Afrika Selatan, Peru, Tiongkok dan Korea Selatan terhadap rencana Jepang untuk membuang air limbah nuklir ke laut menjadi semakin gencar. Akan tetapi, respons dari negara-negara Barat termasuk Amerika Serikat justru samar-samar. Se usai laporan evaluasi IAEA dikeluarkan, Departemen Luar Negeri AS dalam pernyataannya menyatakan “sambutan yang baik”, dan para politikus Barat turut diam terhadap kontroversi rencana pembuangan air limbah radioaktif Jepang ke laut. Liputan dari media Barat pun sengaja tidak memedulikan beberapa masalah utama dalam laporan tersebut. Terdapat media Barat langsung mengutip perkataan

pihak Jepang dan IAEA dalam liputannya, menyebut “air paska penanganan nuklir” untuk “air polusi nuklir”, namun tidak banyak meliputi suara pertentangan masyarakat internasional. Sebuah artikel BBC Inggris hampir semuanya mengutip perkataan pihak Jepang dan IAEA. Dalam video yang terlampir dalam tautan artikel tersebut, jurnalis malah memberikan sebuah pertunjukan makan ikan, mereka menyebut bahwa ikan yang ditangkap pada perairan sekitar Fukushima itu sangat aman, sama sekali tidak perlu dikhawatirkan. Sejumlah besar hasil penelitian pun membuktikan, air polusi nuklir Fukushima mengandung lebih dari 60 macam unsur radioaktif. Pihak Jepang pun mengakui bahwa air polusi nuklir yang telah ditangani dengan menggunakan teknologi ALPS masih terdapat sekitar 70% tidak mencapai standar pembuangan. Berdasarkan hasil penelitian lembaga riset ilmu pengetahuan laut Jerman, karena di area perairan pesisir Fukushima terdapat arus laut yang terkuat di dunia, dalam waktu 57 hari setelah pembuangan ke laut, material radioaktif akan tersebar ke mayoritas area Samudera Pasifik. Dalam waktu 30 tahun ke depan bahkan lebih lama dari itu, unsur-unsur radioaktif tersebut akan terus dibuang ke laut, hal itu tidak hanya akan merugikan ekologi laut tapi juga akan mengancam keselamatan jiwa dan kesehatan manusia. Berdasar laporan Los Angeles Times pada tahun 1940-1950an, AS telah melakukan uji coba nuklir sebanyak 67 kali di Kepulauan Marshall. Khususnya pada tanggal 1 Maret tahun 1954, tentara AS telah melancarkan peledakan bom hidrogen “Castle Bravo” di Atol Bikini, bom tersebut dianggap sebagai salah satu senjata nuklir terkuat dalam sejarah, berkuatan sama seperti 1.000 bom nuklir yang diledakkan di Hiroshima Jepang, dan peledakan bom hidrogen tersebut telah



membawa malapetaka yang mendalam kepada warga setempat. Selain itu, AS saat itu juga langsung menuangkan sebanyak 130 ton lebih tanah yang terkontaminasi nuklir dari lapangan uji coba nuklir negara bagian Nevada ke Kepulauan Marshall. *Itulah sebabnya mengapa AS selalu menyetujui rencana pembuangan air limbah nuklir Jepang ke laut, karena dirinya juga*

*merupakan salah satu pemrakarsa awal yang menciptakan polusi nuklir laut.* Seusai terjadinya insiden kecelakaan nuklir Fukushima pada tahun 2011, Jepang dan AS sudah mencapai persetujuan kerja sama seputar penanganan bersama kecelakaan nuklir serta rehabilitasi pasca bencana. *Kedua pihak sama-sama memandang kecelakaan nuklir tersebut sebagai sebuah “peluang”, yang bertujuan untuk memperkuat dan mendorong persekutuan, pihak Jepang memperoleh dukungan terhadap rencana pembuangan air limbah nuklir ke laut dengan memanfaatkan kekuatan AS dalam ajang opini umum internasional, sementara AS ingin memelihara hegemoni militernya di Jepang, menambahkan cara untuk mengendalikan Jepang, dan mewujudkan apa yang disebut dengan “kemenangan ganda”. Mereka sama sekali tidak mpedulikan betapa besar pengorbanan negara lain akibat rencana pembuangan air limbah nuklir Jepang ke laut.*

Penulis makalah ini berpendapat bahwa AS dan Jepang sebaiknya mendukung dan/atau ikutserta dalam berbagai gerakan-internasional penyimpanan-aman limbah-nuklir di dalam-bumi<sup>1</sup>, yang terurai di bawah ini.

---

<sup>1</sup> Karena sebagian besar APBN negara di muka-bumi tak mampu membiayai pelepasan/pembuangan limbah-nuklir dan limbah berbahaya-lain ke luar-angkasa.



## GAGASAN UNI EROPA

Uni Eropa adalah rumpun negara paling gigih untuk program pengamanan limbah nuklir di muka-bumi. *International Nuclear Waste Disposal Concepts*, termutakhirkan April 2020 antara lain menyatakan bahwa *International Atomic Energy Agency* (IAEA) mendorong penerapan konsep embuangan limbah nuklir pada tahun 2003, Komisi Eropa mendanai studi terkait negara-negara sedikit meng-emisi limbah nuklir lalu mendirikan organisasi *European Repository Development Organisation* (ERDO) untuk koordinasi Eropa, *International Framework for Nuclear Energy Cooperation* (IFNEC) mendorong kesepakatan manajemen-limbah internasional dan kemaslahatan lingkungan-hidup, Komisi tingkat tinggi Australia Selatan mengusulkan pengaturan internasional tahun 2016, pada tahun 2019 IFNEC menyatakan bahwa kesepakatan internasional harus berdasar kesepakatan nasional dalam tiap bangsa/negara di muka bumi.

Tiap negara bertanggung-jawab kepada dunia untuk mengelola limbahnya, termasuk 50 negara emiten-polutan-nuklir cq 31 negara dengan sistem-pelistrikan berbasis energi-nuklir, daur-ulang plutonium dan bauran bahan bakar oksida. Tak ada peran pemasuk uranium, selain keamanan penyimpanan, penghindaran penjualan uranium cq plutonium pada negara pembuat senjata-nuklir dan keamanan transportasi.



*Kesepakatan internasional berbentuk Nuclear Non-Proliferation Treaty (NPT) mencakupi seluruh negara dunia, kecuali India, Pakistan, Israel dan Korut. Triti tersebut menghasilkan IAEA ditandatangani sebagian besar negara di muka-bumi ( termasuk negara-negara tak ber SD Energi-Nuklir) pada tahun 1997 mencakupi standar-internasional manajemen sumberdaya energi dan limbah-energi.*

*Pada tahun 2003, lebih dari 50 negara menyimpan limbah-energi pada tempat-simpan sementara, menunggu daur-ulang dan pembuangan. Terdapat negara-negara sempit lahan, tak mampu menyediakan tempat-simpan sementara tersebut. 25 tahun lalu, pen-sponsoran IAEA untuk membuat Laporan Manajemen & Pembuangan Limbah Berbahaya ( International Nuclear Fuel Cycle Evaluation (INFCE) waste management and disposal report ) mengusulkan pembentukan kesepakatan internasional tentang manajemen limbah-berbahaya terkendali/tersentralisasi agar tak terjadi sebaran-radioaktif pada lingkungan hidup-manusia.*

*Pada tahun 2004, kembali IAEA menyajikan 3 konsep penyimpanan limbah-berbahaya , yaitu (1) sebagai bagian APBN tiap negara, (2) pembentukan fasilitas pengendalian supra-nasional, dan (3) kolaborasi penyimpanan limbah-berbahaya antar negara.*

Pada tahun 2003 , *the Association for Regional and International Underground Storage* (ARIUS ) di motori Komisi Eropa mencari hampiran nan-tepat bagi kerangka-kerja-sama antar negara Eropa, memformulasikan *kebijakan penetapan cara dan lokasi* penyimpanan limbah-berbahaya nan-aman dan hemat-biaya, membentuk inisiatif the SAPIERR project (*Support Action: Pilot Initiative for European Regional Repositories*) untuk membantu negara anggota Uni Eropa mencari/ menetapkan lokasi penyimpanan , mengkoordinasi gagasan kerja-sama antar-negara Eropa. Pada September 2006 , Komisi Eropa mendanai

proyek SAPIERR II (*Strategic Action Plan for Implementation of European Regional Repositories*) untuk asesmen kelayakan-implementasi lokasi-penyimpanan dan optimalisasi 25 negara tempat penyimpanan yang dipandang belum optimal , sejalan dengan proposal IAEA, Rusia dan AS *as the Global Nuclear Energy Partnership*, yang lalu menjadi IFNEC.

Simposium SAPIERR II project berlangsung pada bulan Januari 2009 dengan sajian 50 peserta dari 21 negara UE tentang tempat-penyimpanan-limbah terkait aspek hukum internasional, dampak pada perekonomian , situasi politik , dan keamanan umat-manusia, 14 negara membentuk the European Repository Development Organisation (ERDO) berhampiran swadaya , membentuk model ERDO tersepakati. Penulis makalah ini memandang bahwa mungkin bermanfaat bila Menteri KLH Indonesia menggunakan dokumen tersebut sebagai sumber-gagasan pembentukan hukum positif NKRI tentang tempat-simpan limbah-berbahaya dan aksi riset lokasi-penyimpanan berbasis APBN , karena ERDO diharapkan menjadi patok-duga negara-negara di muka-bumi di luar UE..

Inisiatif UE dan MENA diharapkan membangkitkan inisiatif Asia ( Asian initiative) terutama Malaysia, Vietnam , keikutsertaan negara-maju PLTN seperti Korea Selatan dan Taiwan.

## **STUDI SIFAT LOKASI PENYIMPANAN DAN SARANA BUNGKUS LIMBAH**

Makalah berjudul *Identifying safe storage solutions for nuclear waste:We are developing ways to deal with nuclear waste*,antara lain mengungkapkan berbagai hal sebagai berikut.

- Penyimpanan sementara limbah-nuklir di muka bumi menampung 250 sampai 300 kiloton limbah pertahun.
- Dunia membutuhkan kesepakatan global tentang metode pengawasan & penyimpanan limbah nuklir.
- Penyimpanan nan-dalam di perut bumi terkait stabilitas-wilayah penyimpanan, dengan analisis teknologi/cara-bungkus limbah, perilaku pergeseran lapisan daratan, aliran air, intrusi air laut, gas , gunung berapi dll dalam tanah nan-dalam, mengurangi biaya pengawasan.
- Menggunakan berbagai inovasi/terobosan Hywel Thomas , Direktur *Geoenvironmental Research Centre*, antara lain program Compass , studi zat/bahan pembungkus limbah-nuklir dan pelisensian hak-paten.

## **KEBIJAKAN NUKLIR NKRI**

Indonesia tergolong negara bukan pengguna energi-nuklir. Sumber CNN Indonesia, 2022, menyajikan artikel berjudul PLTN di Indonesia di Bawah Bayang-bayang Bencana Nuklir Dunia ,antara lain menyatakan bahwa Indonesia berencana membangun PLTN yang diklaim tak berbahaya. Namun bencana nuklir dunia yang pernah terjadi berkata sebaliknya. Masih terdapat kekhawatiran terkait rencana pembangunan PLTN. Hal itu lantaran PLTN pernah menyebabkan bencana besar di beberapa negara di dunia.

Sejarah mencatat PLTN pernah menyebabkan ledakan di Chernobyl, Ukraina pada 1986. Hingga kini, ledakan tersebut merupakan bencana nuklir terparah di dunia, karena ledakan itu menyalurkan zat-zat radioaktif yang bisa berbahaya bagi manusia. Pemerintah Ukraina harus mengisolasi lokasi PLTN tersebut dengan luas sekitar 2600 km persegi. Hal tersebut karena situs reaktor nuklir di sana mengandung lebih dari 5,3 juta pon (2,4 juta kilogram) bahan nuklir bekas radioaktif. Badan Perlindungan Lingkungan AS menyatakan bahwa zat-zat

tersebut bisa menyebabkan sel mati yang bisa menimbulkan kanker hingga kematian. Selain itu, tingkat paparan radiasi yang sangat tinggi dalam waktu singkat juga dapat menyebabkan gejala seperti mual dan muntah dalam beberapa jam dan terkadang dapat mengakibatkan kematian selama beberapa hari atau minggu berikutnya. Ini dikenal sebagai sindrom radiasi akut, umumnya dikenal sebagai "penyakit radiasi." Dibutuhkan paparan radiasi yang sangat tinggi untuk menyebabkan sindrom radiasi akut-lebih dari 0,75 gray(75 rad), yang merupakan ukuran penyerapan radiasi, dalam rentang waktu yang singkat, dari menit ke jam.

- Selain di Chernobyl, bencana nuklir juga pernah terjadi di Fukushima, Jepang pada Maret 2011. Ketika itu, reaktor nuklir di Fukushima bocor akibat Jepang dilanda gempa dan Tsunami, tercatat sebagai yang terparah sejak Chernobyl dan telah mengontaminasi laut, tanah, dan udara di wilayah Fukushima. Radiasi di wilayah itu tercatat masih sangat tinggi, menurut yang dihimpun oleh sebuah robot di pusat fasilitas nuklir Fukushima 2015 silam mengungkapkan bahwa radiasi nuklir di wilayah tersebut masih sangat tinggi dan mampu membunuh manusia hanya dalam waktu satu jam. Robot yang dikirim oleh perusahaan operator nuklir Tokyo Electric Power Co (TEPCO) ini mencatat radiasi nuklir di sana mencapai 9,7 sievert per jam. Robot itu sendiri hanya berfungsi selama tiga jam sebelum mati total.
- Pada 2021, bencana nuklir juga terjadi di PLTN di Catalonia, Spanyol. Setidaknya satu orang tewas dan tiga orang lainnya terluka akibat kebocoran gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Tiga orang terluka segera dibawa ke rumah sakit dan dikabarkan menderita luka ringan akibat menghirup karbon dioksida, kata layanan darurat wilayah itu, menurut Reuters, kebocoran gas ini disebabkan oleh kegagalan sistem penangkal kebakaran.

Di NKRI, BATAN sudah punya pengalaman ber-intalasi nuklir cq mempunyai reaktor nuklir sudah 55 tahun sejak tahun 1960, tidak pernah mengganggu lingkungan hidup NKRI. BATAN juga mengklaim masyarakat setuju dan mendukung program PLTN setelah melakukan riset dalam lima tahun terakhir. Dari hasil riset 2014, ada 72 persen masyarakat yang mendukung pembangunan PLTN, angka ini terus mengalami kenaikan yang signifikan dari 2012. Sejak tahun 2010 silam, Batan telah melakukan riset di sejumlah wilayah seperti Pulau Jawa, Madura, dan juga Bali mengenai pemanfaatan energi nuklir dalam proyek pembangkit listrik, dengan kesimpulan bahwa sekitar 59,7 persen masyarakat setuju akan rencana pembangunan PLTN, sempat menurun ke 49,5 persen setelah bencana Fukushima sebelum naik kembali ke 60,4 persen pada 2013, dan 72 persen pada 2014. Dengan hasil jajak pendapat ini kita dapat mengetahui bahwa masyarakat sebenarnya sudah tidak mempermasalahkan lagi tentang pembangunan PLTN di Indonesia. Masyarakat hanya mempermasalahkan apakah kita siap dengan sumber daya manusia dan sumber daya bahan bakar nuklir dan harga listrik yang dijual dari PLTN. Terkait lokasi, BATAN menilai Jepara dan Bangka Belitung berpotensi untuk dibangun PLTN.

Kawasan Jepara di Jawa Tengah dan Provinsi Bangka Belitung berpotensi untuk proyek PLTN. Dimana kedua kawasan tersebut layak dibangun PLTN kira-kira 12 unit di Jepara dengan kapasitas masing-masing 1.000 Megawatt (MW) dan di Bangka Belitung 10 unit dengan kapasitas masing-masing 1.000 MW. Dalam perkembangannya, Kalimantan Barat disebut menjadi lokasi potensial lain. BATAN pun mengaku sedang melakukan studi kelayakan, yang diperkirakan membutuhkan waktu tiga tahun.

Studi kelayakan harus dilakukan untuk memastikan PLTN aman dibangun di Kalbar sebagaimana ketentuan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Bapeten). Beberapa hal yang menjadi syarat PLTN adalah aman dari gempa hingga tsunami. Cahya Mulyana, 2023, menyajikan artikel berjudul *Indonesia Harus Minta Penjelasan Ilmiah dari Jepang Sebelum Tentukan Sikap soal PLTN*, antara lain mengungkapkan bahwa NKRI harus meminta penjelasan pemerintah Jepang mengenai rencana pelepasan limbah Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) Fukushima, radioaktif ke Samudera Pasifik, bulan depan. Berbekal penjelasan tersebut, Indonesia baru dapat menentukan sikapnya tentang kebijakan PLTN NKRI di masa depan.

Agustinus Yoga Primantoro, 2023, menyajikan makalah *Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir Masih Hadapi Tantangan*, sumber PT Kompas Media Nusantara, antara lain menyatakan bahwa Indonesia dinilai mampu untuk mulai membangun PLTN berskala kecil. Namun, pembangunan PLTN belum dapat direalisasikan dalam waktu dekat lantaran terkendala biaya dan persetujuan dari masyarakat. Sampai saat ini, pemerintah masih membahas hal itu dalam Rancangan Undang-Undang Energi Baru dan Energi Terbarukan atau RUU EBET. Asosiasi Nuklir Dunia (WNA) menyebut, PLTN memasok listrik global sedikitnya 2.653 terawatt hour (TWh) pada tahun 2021 atau setara 10 persen dari total pasokan listrik dunia sebesar 26.833 TWh. Dengan jumlah ini, nuklir berada di posisi keempat sebagai energi yang memasok listrik dunia setelah batubara, gas, dan air. Fuji Pratiwi, 2023, menyajikan artikel berjudul *Bapeten: Indonesia Punya Bahan Baku Cukup untuk Dijadikan PLTN*, sumber Antara dan Republika, antara lain menyatakan bahwa tenaga nuklir dapat jadi energi alternatif yang besar bagi pertumbuhan ekonomi RI.

Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Bapeten) menyebutkan beberapa daerah di Indonesia memiliki bahan baku cukup untuk basis Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), guna mendukung percepatan penggunaan energi hijau di Indonesia, menuju target Net Zero Emission (NZE) 2060. Terdapat beberapa keuntungan penggunaan nuklir, seperti menghasilkan listrik yang stabil, tidak memancarkan karbondioksida dan hanya membutuhkan bahan bakar dalam jumlah yang kecil, sehingga dapat menjamin stabilitas pasokan listrik. PLTN menjadi alternatif selain listrik tenaga matahari (PLTS), PLTA. Bapeten telah melakukan studi mengenai tata cara pembangunan, keselamatan dan pengawasan nuklir di beberapa negara yang sudah memanfaatkan nuklir sebagai pembangkit listrik, seperti Jepang, Korea, Prancis, Amerika, Kanada, dan Rusia.

Artikel berjudul *Executive Meeting Perizinan PLTN*, 2023, sumber Berita BAPETEN, antara lain menyatakan bahwa Pemerintah Indonesia telah berkomitmen akan melaksanakan transisi energi untuk mengurangi dampak rumah-kaca dan mencapai *Net Zero Emission* (NZE) dengan mendorong penelitian dan pengembangan teknologi pembangkit listrik berbasis energi baru dan energi terbarukan (EBET). Dalam transisi energi, Pemerintah Indonesia menargetkan 8 GW kapasitas terpasang berasal dari pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) pada tahun 2035 dan mencapai 35 GW pada tahun 2060 dalam bauran energi untuk menjaga keandalan sistem. Guna mewujudkan komitmen tersebut, BAPETEN menggelar *Executive Meeting Perizinan PLTN* di Kantor BAPETEN, Jakarta (28/3/2023). Kegiatan ini bertujuan untuk melakukan *kick-off* proses perizinan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), memperkenalkan konsultasi 3S (*Safety, Security, Safeguards*) sebagai bentuk layanan kepada pelaku usaha dan melakukan koordinasi antara berbagai pemangku kepentingan untuk pembangunan PLTN. Dalam acara ini hadir beberapa pemangku kepentingan diantaranya Kementerian Koordinasi Maritim dan Investasi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Kementerian Investasi/BKPM, Dewan

Energi Nasional, Badan Riset dan Inovasi Nasional, BPPD Kepulauan Bangka Belitung, PT. PLN, PT. Indonesia Power, PT. ThorCon Power Indonesia, PT. Bureau Veritas Indonesia dan Universitas Gajah Mada.

Deputi Perizinan dan Inspeksi BAPETEN mengharapkan kegiatan Executive Meeting tersebut dapat menjadi informasi-awal bagi seluruh pihak yang terlibat dalam pengawasan PLTN di Indonesia., karena dengan minat investasi PLTN di Indonesia yang meningkat, diharapkan NKRI bisa bahu membahu mengawal atau mengawasi pembangunan PLTN dan menjamin keselamatan dan keamanan pengoperasian PLTN. Plt. Kepala BAPETEN Sugeng Sumbang dalam sambutannya menjelaskan transisi energi menuju *net zero emission* dan akselerasi pencapaian EBT hanya bisa dicapai jika ada kolaborasi antara para pemangku kepentingan di Indonesia, dalam hal ini, pemerintah tidak bisa melakukannya sendiri, butuh Kerjasama dari BUMN, swasta, akademisi, asosiasi dan masyarakat umum. Executive Meeting adalah upaya BAPETEN untuk menciptakan praktik perizinan yang efisien dan *practicable* bagi para pelaku usaha yang ada berinvestasi PLTN di Indonesia, memprioritaskan aspek keamanan dan keselamatan nuklir. Ikhwal *Perizinan PLTN di Indonesia* dipaparkan Direktur Pengaturan Pengawasan Instalasi dan Bahan Nuklir (DP2IBN) BAPETEN; yang menjelaskan skema perizinan PLTN di Indonesia dimulai dari tahapan *pre-licensing* (konsultasi 3S) hingga pengoperasian PLTN. Setelah itu dilakukan penyajian tentang *Hasil High Level Safety Assesment* oleh *Nuclear Engineering Empresarios Agrupados* (EA) oleh Valentin Fernandez dan perwakilan Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika (DTNTF) UGM ,berbentuk paparan hasil evaluasi terhadap desain reaktor TMSR500 milik PT. ThorCon Power Indonesia, yang direncanakan akan dibangun di Indonesia. Acara dilengkapi penandatanganan *Term of Reference* Konsultasi 3S (*Safety, Security, Safeguards*) dan acara-penyerahan dokumen terkait (termasuk *Feasibility Study* TMSR500) dan jadwal yang diajukan oleh PT ThorCon Power Indonesia.

Tim Redaksi, 2023, menyajikan artikel berjudul *Kabar Terbaru Proyek Pembangkit Nuklir Pertama RI Senilai Rp17 T*, sumber CNN Indonesia, menyatakan bahwa pada 2019 lalu, BUMN di galangan perkapalan, PT Pal Indonesia juga sudah menandatangani perjanjian dengan Thorcon Internasional Pte Ltd untuk melakukan studi pengembangan dan pembangunan pembangkit listrik nuklir itu. *PT ThorCon Power Indonesia (TPI) berencana membangun proyek pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) pertama di Indonesia, perusahaan menyiapkan investasi sekitar Rp17 triliun untuk membangun pembangkit nuklir dengan reaktor thorium.* Reaktor nuklir itu rencananya dibuat di atas galangan kapal di Korea Selatan, setelah jadi, kapal bermuatan reaktor akan menuju NKRI dan berlabuh di pelabuhan yang akan dibangun di Pulau Gelasa, Kepulauan Bangka-Belitung. Nuclear Safety Senior Manager PT TPI menandatangani Perencanaan Konsultasi 3S dengan Direktur Pengaturan Pengawasan Instalasi dan Bahan Nuklir Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Bapeten). Perusahaan juga menyampaikan dokumen High Level Safety Assessment (HLSA) yang disusun bersama konsultan engineering nuklir Spanyol Empresarios Agrupados (EA) dan Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika (DTNTF) UGM. Berdasarkan hasil kajian dan kerangka regulasi, Bapeten menilai TMSR500 (desain konseptual) dirancang untuk dapat memitigasi kecelakaan Fukushima dan bahaya eksternal lainnya, serta bahaya eksternal tipikal Indonesia.

Bukan hanya tentang nuklir, makalah berikut juga mengkritisi gaya pemerintahan. Pradnya Wicaksana , *Deputy of Policy Research Society of Renewable Energy UNAIR* 2022, 2023, menyajikan artikel berjudul *Go Nuclear di Era Jokowi: Empat Catatan Kritis*, sumber UNAIR NEWS, antara lain mengungkapkan bahwa ambisi pemerintah Indonesia untuk



memanfaatkan tenaga nuklir di sektor energi telah berkelindan sejak masa pemerintahan Soekarno, namun hampir tujuh dekade kemudian masih belum terealisasi. Kini di bawah kepresidenan Joko Widodo (Jokowi), ambisi tersebut mengalami resurgensi. *Per 2039 nanti, Indonesia digadang akan mengoperasikan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) untuk kali pertama.*

Jokowi mengesahkan PP 52/2022 tentang keselamatan dan keamanan pertambangan bahan galian nuklir untuk pelaku usaha. UU Cipta Kerja (yang kemudian diganti oleh Perppu Cipta Kerja) juga memberikan wewenang pada Pemerintah Pusat terkait urusan ketenaganukliran, termasuk pemberian izin pertambangan bahan energi-nuklir. RUU Energi Baru dan Energi Terbarukan yang masih digodok di Senayan, akan memberikan pengaturan terkait pembangunan PLTN.

*Sifat PLTN yang hampir nihil emisi karbon sepintas terlihat sebagai solusi dalam menjalankan komitmen Indonesia untuk transisi energi baru dan terbarukan (EBT). Secara yuridis dalam UU Energi, nuklir dikategorikan sebagai energi baru. Energi baru adalah sumber energi yang dapat dihasilkan oleh teknologi baru baik yang berasal dari sumber energi terbarukan maupun sumber energi tak terbarukan. Di sisi lain, masuk akal pula mengingat ketergantungan sumber listrik Indonesia dengan batubara, yakni 62% pada 2021 silam. Oleh karena itu, sektor energi Indonesia menjadi penyumbang nomor wahid gas rumah kaca.*

Namun bilamana ditinjau lebih jauh, arah gerak untuk *go nuclear* ini dirundung sejumlah problematika. Problematika tersebut pada akhirnya akan kontraproduktif dengan esensi transisi energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Tulisan ini akan memberikan empat catatan kritis mengapa tenaga nuklir bukan langkah yang tepat untuk ditempuh dalam rangka melaksanakan komitmen transisi EBT.

### *Risiko Lingkungan dan Rasionalitas Ekonomi*

Sekalipun memang minim emisi karbon, operasional PLTN memang memiliki risiko keamanan yang sangat tinggi. Zat radioaktif yang terdapat pada Uranium-235 dan Plutonium-239 (contoh bahan bakar utama nuklir) sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia apabila terpapar. Dampaknya meliputi kanker, leukemia, hingga cacat bahaya apabila bayi dalam kandungan terpapar. Apalagi, masa hidup dari bahan bakar tersebut mencapai sekitar 24 ribu tahun sebelum akhirnya meluruh ke tingkat yang aman bagi manusia.

Risiko untuk terpapar radiasi akibat aktivitas PLTN sangatlah mungkin. Berkaca dari tragedi Chernobyl dan Fukushima, dimana kebocoran reaktor nuklir menyebabkan satu wilayah mustahil dihuni. Kerentanan tersebut tentu harus menjadi pertimbangan untuk Indonesia, mengingat lokasi geografis di Cincin Api yang berarti memiliki risiko gempa dan tsunami yang tinggi. Pengelolaan limbah nuklir karena aktivitas PLTN hingga kini masih menjadi masalah yang belum memiliki solusi terbaik. Limbah tersebut yang awalnya disimpan di area pembangkit kemudian harus ditimbun di suatu tempat yang aman. Mencari lokasi aman tersebut dan cara memindahkan limbah tanpa harus mengalami kebocoran seringkali menjadi permasalahan yang dapat berdampak serius pada kesehatan masyarakat. Tingginya risiko keamanan inilah yang mendasari mengapa PP 79/2014 mengamanatkan bahwa pengembangan nuklir dalam rangka transisi EBT harus menjadi opsi terakhir.

Rasionalitas ekonomi untuk mengembangkan PLTN di Indonesia juga patut dipertanyakan. Penelitian BATAN (2017) menunjukkan bahwa seluruh pasokan uranium di Indonesia amatlah kecil dalam memenuhi kebutuhan listrik Indonesia, jumlahnya hanya mampu untuk operasional satu buah PLTN berkapasitas 1000 MWe (Megawatt *equivalent*) selama 43 tahun, jauh dari kapasitas pembangkit listrik di Indonesia yang mencapai 69.600 MWe, sehingga PLTN cenderung mustahil jadi pemasok energi-listrik jangka panjang di Indonesia.

Kertas kebijakan yang disusun ICEL (2021) juga meneliti tren penurunan suplai listrik dari PLTN di negara-negara Barat seperti Finlandia, Perancis, dan Amerika Serikat. Ditinggalkannya nuklir ini karena rata-rata waktu konstruksinya yang lama serta biaya proyek yang mahal dan acapkali membengkak. Bahkan bila dibandingkan, pembangunan pembangkit listrik dari sumber energi terbarukan seperti tenaga surya dan angin jauh lebih murah ketimbang PLTN.

### *Politik Nuklir*

Politik nuklir mungkin dapat menjadi jawaban mengapa rencana PLTN tetap dipandang sebagai solusi oleh pemerintah Indonesia, biarpun risiko keamanan cukup-besar dan rasionalitas ekonomi kurang kuat. Mensintesis penelitian Sulfikar Amir (2010 & 2014), logika politik nuklir adalah kepemilikan PLTN dipandang oleh suatu negara atas status kemajuan dan kemandirian teknologi, suatu simbol yang membuat negara tersebut dihormati di level internasional. Eksistensi logika ini dalam pemerintahan Indonesia erat kaitannya dengan bagaimana rezim Orde Baru mengaitkan nasionalisme dengan teknologi (*technological nationalism*), dimana perkembangan teknologi dipropagandakan sebagai suatu hal yang musti baik untuk kemajuan bangsa dan masyarakat, serta bukti bahwa Indonesia sekaliber dengan negara Barat (Amir, 2007).

Munculnya politik nuklir di Indonesia era Reformasi selalu dipicu oleh semacam ‘krisis’ di sektor energi, pada rezim Susilo Bambang Yudhoyono (SBY), PLTN dipandang sebagai solusi untuk mengurangi impor minyak bumi, pada rezim Jokowi, nuklir dipandang sebagai solusi pamungkas untuk mengurangi ketergantungan energi fosil.

Catatan kritis dari politik nuklir di era SBY adalah kecenderungannya untuk mengerdilkan (atau bahkan mengabaikan) berbagai risiko, keterbatasan institusional, hingga pendapat publik terkait pembangunan PLTN. Pemerintah Indonesia mendekati perencanaan utilisasi tenaga nuklir bukan untuk menjadikan PLTN seaman mungkin, melainkan sebatas hanya untuk melegitimasi secara buta premis bahwa Indonesia membutuhkan PLTN. Alhasil, kebijakan nuklir menjadi nir-demokratik. Dinamika tersebut terlihat dari bagaimana pemerintahan SBY kala itu ingin membangun PLTN di Semenanjung Muria, Jepara, sekalipun terdapat penolakan keras dari masyarakat sipil (Amir, 2010).

Menggunakan politik nuklir sebagai pijakan refleksi, tahap awal rencana PLTN di era Jokowi patut direspon dengan skeptisisme. Hal ini didasari oleh kebijakan pembangunannya yang pragmatik, dalam artian pertumbuhan ekonomi dimaknai hanya secara numerikal dan terfokus pada pembangunan infrastruktur. Di sisi lain, Jokowi memandang urusan seperti pemajuan demokrasi dan HAM, eradikasi korupsi, dan perlindungan lingkungan hanya sebatas sub-bagian dari pembangunan. Dalam artian, ia hanya dipenuhi sebatas tak mengganggu kelancaran pembangunan (Warburton, 2017).

Bahkan dalam megaprojek seperti Ibu Kota Negara (IKN) dan lumbung pangan (*food estate*), rasionalitas ekonomi dan lingkungan secara gamblang dikesampingkan dengan retorika-retorika populis. Sekalipun kesuksesannya amat utopis dan minim partisipasi publik, proyek tersebut tetap dijalankan guna menumbuhkan semangat nasionalis terkait kemajuan bangsa dan ketahanan pangan. Dengan rekam jejak yang seperti itu, tidak mengada-ngada bila mengatakan bahwa resurgensi ambisi pembangunan PLTN di era Jokowi berkemungkinan juga dibarengi dengan resurgensi politik nuklir.

### *Neo-Otoritarianisme*

Karakteristik pemerintahan Jokowi acapkali dikritik karena mundurnya kualitas demokrasi di bawah kepemimpinannya. Fokusnya terhadap agenda pembangunan dan pertumbuhan ekonomi juga diikuti dengan represi pada ruang sipil untuk mengkritisi dan menolak agenda tersebut. Tak hanya itu, pemerintah juga secara aktif melakukan kooptasi oposisi dan koalisi dengan oligarki. Hal ini dilakukan guna menciptakan kestabilan iklim politik yang dianggap perlu untuk kelulusan pembangunan. Model represi atas nama pertumbuhan ekonomi adalah karakteristik dasar dari neo-otoritarianisme (Goh, 2002; dan Joshi, 2021).

Tulisan ini akan memfokuskan bagaimana neo-otoritarianisme berpengaruh pada rezim hukum perlindungan lingkungan di Indonesia. Terdapat tren bahwa hukum lingkungan di era Jokowi menjadi terlemahkan guna mengakomodir kepentingan investasi. Tren lain adalah resentralisasi wewenang, dimana pemerintah pusat memiliki wewenang yang sangat besar dalam urusan lingkungan. Resentralisasi ini tentu berdampak pada tidak efektifnya penegakan hukum lingkungan mengingat luasnya wilayah Indonesia.

Lanskap pelemahan berwujud deregulasi dan resentralisasi tersebut dapat dilihat pada Perubahan UU Minerba dan Perppu Cipta Kerja. Ambil contoh adalah penyempitan ruang partisipasi masyarakat dalam penyusunan analisis mengenai dampak lingkungan (amdal). Kini, hanya masyarakat terdampak langsung saja yang dapat diikuti dalam penyusunan amdal, serta penilaiannya sama sekali tak melibatkan unsur masyarakat. Contoh lain adalah bagaimana tata ruang suatu wilayah dapat dilanggar untuk kelancaran Proyek Strategis Nasional (PSN). Dari sini, bilamana suatu proyek telah dicap PSN oleh pemerintah pusat, maka standar lingkungannya dikurangi guna menjamin kesuksesannya.

Berbincang mengenai represi, kasus Desa Wadas dapat diambil sebagai contoh potret praktik neo-otoritarianisme di Indonesia. Warga desa setempat menolak rencana pemerintah untuk mengalih fungsi lahan mereka menjadi tambang batu andesit. Tambang tersebut akan dimanfaatkan sebagai penyuplai bahan untuk membangun Bendungan Bener, sebuah PSN yang jaraknya tak jauh dari Desa Wadas. Penolakan tersebut diabaikan dalam tahap perencanaan, dan bahkan direpresi melalui kekuatan eksekutif dari kepolisian dan pemutusan akses internet (Wardana, 2022).

Tren ini patut menjadi refleksi dalam rencana pembangunan PLTN di Indonesia. Risiko keamanan yang tinggi tentu harus tunduk pada standar perlindungan lingkungan yang tinggi agar PLTN dapat beroperasi dengan 'aman'. Standar tersebut juga mengharuskan partisipasi publik yang bermakna, terkait apakah warga setempat akan terdampak dengan adanya PLTN atau tidak. Dengan semakin kentarnya neo-otoritarianisme di Indonesia, ada kemungkinan besar bahwa proyek PLTN akan dijalankan secara ugal-ugalan dan represif.

## *Solusi Ramah Oligarki*

Salah satu faktor yang menyendat agenda transisi EBT di Indonesia bukanlah persoalan ekonomi, melainkan komitmen politik. Hal ini disebabkan oleh makin terkonsolidasinya pengaruh oligarki batubara dalam pemerintahan dan koalisi politik Jokowi, dan bahkan memegang jabatan sebagai menteri (Singgih, 2022). Digantikannya energi fosil dengan energi hijau jelas bertentangan dengan kepentingan ekonomi-politik mereka.

Penelitian penulis menunjukkan bahwa lanskap tersebut tidak mengakibatkan berhentinya agenda transisi energi di era Jokowi. Agenda tersebut tetap berjalan, hanya saja arah gerak yang ditempuh adalah arah yang tidak mengganggu kemaslahatan industri batubara. Atau bahkan, agenda tersebut berjalan dengan cara yang menguntungkan oligarki (Wicaksana & Nurkhalisa, 2022). Hal ini terlihat dengan bagaimana Jokowi lebih memfokuskan proyek EBT pada proyek energi baru, ketimbang energi terbarukan.

Penelitian tersebut menggunakan industri hilirisasi batubara sebagai contoh, dimana Jokowi telah menetapkan industri tersebut sebagai PSN di Muara Enim dan Kutai Timur. Disitu, batubara dipotret seakan-akan ia energi baru karena diolah menjadi gas atau cairan. Padahal, proses tersebut sangatlah mahal dan merusak lingkungan. Tetapi, ia tetap diprioritaskan mengingat industri tersebut jelas menguntungkan oligarki batubara. Pembangunan PLTN disini hanyalah contoh lain dari arah gerak transisi tersebut. Ia dipilih sebagai solusi karena potensinya untuk menjadi alternatif batubara sangatlah kecil.

Di sisi lain, potensi energi terbarukan di Indonesia yang bisa menjadi alternatif berkelanjutan atas batubara malah tidak dilanjutkan. Sumber energi seperti tenaga surya, angin, dan air secara kumulatif berpotensi sebesar menyediakan listrik sebanyak 3686 GW (gigawatt). Tetapi pada tahun 2021, baru 0,3% yang dimanfaatkan di Indonesia. Dari sini terlihat betapa kecilnya proporsi penggunaan energi terbarukan dalam bauran EBT di Indonesia yang baru mencapai 10,9% pada tahun 2021.

## *Kita Tidak Butuh Nuklir*

Empat catatan kritis yang diberikan oleh penulis masih spekulatif, mengingat rencana untuk membangun PLTN masih dalam tahap awal. Tetapi berdasarkan catatan tersebut, penulis berkesimpulan bahwa *go nuclear* bukanlah langkah yang tepat dalam menciptakan ketahanan energi yang hijau dan berkelanjutan.

Ada kemungkinan besar bahwa resurgensi ambisi membangun PLTN di era Jokowi itu minim hubungannya dengan semangat transisi energi. Melainkan, PLTN hanyalah simbol nasionalisme dangkal dan piranti untuk menjaga kemaslahatan industri batubara yang dikendalikan oleh oligarki. Premis ini sangat mengkhawatirkan apabila disandingkan dengan tingginya risiko keamanan dari operasional PLTN beserta limbah nuklirnya.

Kedepannya, transisi energi memang harus difokuskan pada satu tujuan yakni mencari alternatif berkelanjutan terhadap batubara. Tingginya potensi energi terbarukan yang minim emisi karbon seharusnya menjadi hal yang diprioritaskan oleh pemerintah Indonesia. Dalam segi kebijakan dan legislasi kedepannya, harus dipertimbangkan pula bahwa pengembangan energi baru harus menjadi opsi terakhir ketimbang energi terbarukan.

## LIABILITAS PEMBERESAN AT PASKA-GUNA

*Liabilitas Pembersan AT Paska-Penggunaant (Assets Retirement Obligation* atau ARO) adalah tentang provisi akuntansi untuk kewajiban pembersan aset paska-guna , adalah sebagai berikut.

Akuntansi *Assets Retirement Obligation* (ARO) atau akuntansi *kewajiban pencadangan pembersan - aset paska-guna* diterapkan sebagai sebuah standar global adalah sebuah kemestian dalam manajemen lingkungan hidup. Adalah tugas DPR NKRI, Kabinet dan berbagai Kementerian seperti Kelautan, Pertanian, Kehutanan dan Lingkungan Hidup dan tiap Pemda untuk membentuk hukum tentang kewajiban publik untuk pemulihan lingkungan hidup.

ARO merupakan kewajiban hukum negara setempat untuk entitas pemilik aset tetap atau properti investasi membongkar aset habis masa pakai dan pemulihan lingkungan, sehingga dana tersebut harus tersedia pada saat dibutuhkan. Agar dipastikan, maka berbagai standar akuntansi internasional dan negara adidaya-akuntansi seperti AS mewajibkan ***entitas akuntansi dan pelaporan LK mengakui Liabilitas ARO pada saat kewajiban tersebut timbul, yaitu pada saat perolehan (pembelian) fasilitas atau saat selesai pembangunan / konstruksi fasilitas.*** Nilai perolehan aset tetap terkait liabilitas ARO bertambah sebesar liabilitas ARO, atau sebuah aset ARO sebesar liabilitas awal tersebut ditambahkan pada Neraca entitas LK, dan disusutkan sepanjang umur aset.

*ARO accounting* mencakupi proyek pemulihan lingkungan paska masa-guna suatu aset tetap atau properti investasi, antara lain

- Pencabutan properti dari dalam tanah, laut atau permukaan tanah paska penggunaan fasilitas
- Pembersihan lingkungan sekitar lokasi kegiatan dari kontaminasi radio-aktif atau zat berbahaya lain.

*ARO accounting* tidak mencakupi biaya pembersan musibah atau kecelakaan tak terduga sepanjang pengoperasian fasilitas.

Karena Liabilitas ARO selalu berubah (bahkan berubah tiap tahun buku) karena tambahan bunga kredit perolehan fasilitas tersebut dan perubahan tarif diskonto NPV bagi Liabilitas ARO, jurus akuntansi berbasis pemisahan Aset ARO dengan Aset Tetap terkait , adalah lebih praktis.

Kedua sisi akun ARO dibereskan ( *settle* ) yaitu dihapus buku pada saat penghentian penggunaan fasilitas dan pembongkaran fasilitas dilakukan akhir masa guna fasilitas, selisih dengan biaya nyata pembongkaran masuk ke Laporan Laba Rugi entitas komersial atau Laporan Surplus-Defisit Pemerintahan.

Tertengarai berbagai fasilitas entitas LK , misalnya entitas pertambangan berisiko meninggalkan begitu saja fasilitas tambang habis pakai , karena tidak ada kewajiban hukum cq kontraktual pembersihan lingkungan hidup bekas kegiatan tambang. *Asset Retirement Obligation* (ARO) adalah kewajiban hukum untuk penghentian penggunaan aset tetap berwujud , properti investasi atau aset serupa yang berumur ekonomis lebih dari satu tahun



buku , apabila telah sampai kondisi ( tidak layak pakai ) tertentu di masa yang akan datang. Kondisi tertentu tersebut dapat berasal dari luar entitas maupun dari dalam entitas.

Kondisi tertentu tersebut pada umumnya berada diluar kendali atau kekuasaan entitas LK.

FASB menerbitkan SFAS 143 untuk keperluan akuntansi ARO, sedang IAS Board menerbitkan IAS 37 untuk pengaturan provisi tentang ARO. Liabilitas ARO di akui dan di ukur pada saat perolehan, pembuatan, konstruksi atau pendirian PLTN, pabrik komputer beremisi limbah radio-aktif , pangkalan rudal, lokasi pengeboran minyak dan gas dan berbagai fasilitas lain.

Liabilitas ARO diakui pada saat kewajiban ARO timbul , yaitu pada saat perolehan akibat hibah diterima, pembelian atau selesainya KDP fasilitas , sebesar nilai kini ( *present value* ) termasuk biaya terminasi (penghentian penggunaan) & pencabutan fasilitas membahayakan lingkungan dan pemulihan ( *remediasi*) lingkungan yang telah rusak.

Pada IFRS cq IAS 37 , estimasi Liabilitas ARO berbasis

- Informasi pakar fasilitas ( biasanya pemborong) tersebut , tentang umur teknis dan ekonomis fasilitas , berdasar pengalaman kerja pakarr untuk fasilitas sejenis.
- Sejarah penggunaan fasilitas yang sama oleh entitas pemilik fasilitas
- Informasi setelah tanggal neraca, misalnya informasi tanah labil proyek Hambalang diperoleh belakangan, setelah pembangunan selesai.

Terkait IAS 2 dan 16, Paragraf 47 IAS 37 tersebut mengatur bahwa tarif diskonto untuk perhitungan nilai-kini ARO harus menggunakan tarif-sebelum-pajak yang menggambarkan nilai pasar dari nilai-waktu-dari-uang ( *time value of money*) dan risiko terkait liabilitas. Namun tarif diskonto tidak menggambarkan risiko arus-kas-masa-depan akibat koreksian NPV dari Liabilitas ARO .

Sementara itu US GAAP mengatur tarif diskonto bagi NPV Aro Liability berdasar tarif bunga bebas tersesuai syarat perjanjian kredit perolehan fasilitas tersebut ( bila ada) ( *a credit-adjusted risk free rate*)

## **KESIMPULAN DAN PENUTUP**

Pertama, planet bumi amat kecil, tak mampu menanggung kerusakan alam akibat perilaku manusia, antara lain kerusakan ekosistem karena populasi umat-manusia melebihi daya-dukung alam, produksi limbah plastik dan limbah berbahaya, kerusakan kualitas air-laut dan pemanasan global.

Kedua, pembuangan kealam bebas limbah-nuklir telah-di olah / di amankan tersetujui PBB ternyata tetap saja berpotensi menjadi limbah-berbahaya bagi manusia dan alam-raya dalam bingkai ribu-tahun ke depan.

Ketiga, penyimpanan limbah-nuklir tahan-ribuan tahun atau pembuangan limbah ke angkasa-luar nan-aman bagi dunia cq alam-ruya dan manusia amat mahal, di duga tak ada negara emiten-nuklir yang menyukai hampiran penyimpanan limbah-berbahaya.

Keempat, dibutuhkan Sekjen PBB baru yang akan datang, yang tak segan kepada AS dan negara-negara emiten limbah-nuklir, dan membuat kebijakan PBB untuk Sistem Penyimpanan Limbah Berbahaya di Dalam Tanah atau Laut.

Sebagai kesimpulan umum,

- Penyebab Kerusakan Laut antara lain berbentuk kerusakan hutan dalam laut dan terumbu karang, emisi sampah dan limbah cair ke laut, kerusakan akibat pertambangan dan pemukiman, perburuan menggunakan bahan peledak dan racun, penggundulan hutan dan hutan bakau terkait Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1999.
- Limbah air bekas pendingin reaktor pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) Fukushima Daiichi milik Tokyo Electric Power Company (Tepco), dinyatakan bahwa air limbah telah diolah dengan metode *Advanced Liquid Processing System* (ALPS), sehingga tingkat kontaminasi emisi-limbah memenuhi standar aman. Setelah melalui



proses ALPS, air limbah buangan Tepco diklaim hanya terkontaminasi oleh sisa zat radioaktif bernama "tritium", dan kadarnya jauh lebih rendah dibanding standar kontaminasi air minum dari *World Health Organization* (WHO). WHO menetapkan standar kontaminasi tritium dalam air minum yang aman untuk manusia maksimal 10.000 Becquerel/Bq (satuan radioaktif) per liter, sementara kadar tritium dalam air limbah nuklir Tepco di bawah 1.500 Bq per liter, terkonfirmasi oleh

International Atomic Energy Agency (IAEA), badan otonom di bidang kerja sama nuklir global. Dampak pembuangan (air limbah Tepco yang sudah diolah) terhadap manusia konsisten dengan standar keselamatan internasional, menurut tim IAEA dalam laporan *Comprehensive Report on the Safety Review of the ALPS-Treated Water at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station* (Juli 2023).

- Terdapat 60 jenis elemen radioaktif dalam air limbah nuklir Fukushima dan dampaknya terhadap kesehatan manusia yang disebabkan oleh rencana tersebut tak terbatas. Perlu di diingat bahwa tingkat isotop radioaktif karbon-14 di dalam air yang tercemar akan tetap berbahaya selama ribuan tahun dan berpotensi menyebabkan kerusakan genetik. Di kawasan NKRI, perairan Sulawesi hingga Teluk Cenderawasih dapat terimbas pembuangan limbah nuklir.
- Kandungan zat radioaktif Tritium dalam air akan mengalir ke arah timur seiring gelombang hangat Jepang, dan akhirnya akan tersebar ke seluruh perairan Pasifik Utara pada 10 tahun kemudian.
- Terdapat banyak zat radioaktif yang **tidak dapat** disaring melalui teknologi yang dimiliki PLTN Fukushima, misalnya Carbon-14 dengan waktu paruh melewati 5.000 tahun.

- Pada rapat Dewan Keamanan PBB yang digelar pada tanggal 14 Februari 2023, Tiongkok dan Rusia menyatakan keprihatinan atas masalah pembuangan air limbah Jepang, dan menunjukkan bahwa keputusan Jepang tersebut akan merugikan lingkungan laut, ekosistem, serta kehidupan dan kesehatan rakyat berbagai negara, tetapi Jepang tetap mengambil keputusan tersebut tanpa berkonsultasi dengan negara tetangga. Hal ini sesungguhnya dapat digunakan untuk mengangkat masalah kepermukaan, bersama IAEA , ERDO dan IFNEC, kalau saja PBB tak gentar kepada AS.
- Seusai terjadinya insiden kecelakaan nuklir Fukushima pada tahun 2011, *Jepang dan AS sebagai emiten limbah-nuklir* sudah mencapai persetujuan kerja sama seputar penanganan bersama kecelakaan nuklir serta rehabilitasi paska-bencana. Kedua negara itu belum merangkul Prancis dan Kanada sebagai emiten terbesar dunia.
- Berikut daftar negara yang membuang limbah nuklir berupa tritium cair ke sungai dan laut pada tahun 2021, berdasarkan data yang dihimpun METI.
  1. Prancis: 10.042 triliun Becquerel/Bq (satuan radioaktif)
  2. Kanada: 1.760 triliun Bq
  3. Tiongkok: 304 triliun Bq
  4. Rumania: 130 triliun Bq
  5. Korea Selatan: 120 triliun Bq
  6. Amerika Serikat: 43,4 triliun Bq
  7. Taiwan: 35 triliun Bq
  8. Spanyol: 25,6 triliun Bq
  9. Slovenia: 16 triliun Bq
  10. Jerman: 1,1 triliun Bq
- Terdapat kesepakatan internasional berbentuk *Nuclear Non-Proliferation Treaty* (NPT) mencakupi hampir seluruh negara dunia, kecuali India, Pakistan, Israel dan Korut. Tritium tersebut menghasilkan IAEA ditanda-tangani sebagian besar negara di muka-bumi ( termasuk negara-negara tak ber SD Energi-Nuklir) pada tahun 1997 mencakupi standar-internasional manajemen sumberdaya energi dan limbah-energi , tanpa hasil pencegahan emisi limbah-nuklir.
- Terdapat simpang siur pendapat emisi limbah nuklir ke laut-lepas.
  1. Pertama, Air limbah nuklir yang dibuang ke laut sudah tidak berdampak radiasi. Pasalnya, air limbah tersebut sudah diolah menggunakan teknologi *Advanced Liquid Processing System* (ALPS), pembuangan limbah Jepang mendapatkan izin dari Badan Tenaga Atom Internasional (IAEA).
  2. Kedua , makanan laut produksi Jepang aman dikonsumsi..
  3. Ketiga, Jepang mengakui bahwa air polusi nuklir yang telah ditangani dengan menggunakan teknologi ALPS , namun masih terdapat bagian-substansial sebesar 70% tidak mencapai standar pembuangan. Dalam waktu 30 tahun ke depan bahkan lebih lama dari itu, unsur-unsur radioaktif tersebut **akan terus** dibuang ke laut dan berakumulasi , hal itu tidak hanya akan merugikan ekologi kelautan,namun juga mengancam keselamatan jiwa/kesehatan umat-manusia.
  4. Keempat, Uni Eropa melalui IAEA adalah rumpun negara paling gigih untuk program pengamanan limbah nuklir di muka-bumi , tanpa dampak signifikan. *International Nuclear Waste Disposal Concepts*, termutakhirkan April 2020 antara lain menyatakan bahwa *International Atomic Energy Agency* (IAEA) mendorong penerapan konsep pembuangan/penyimpanan limbah nuklir pada tahun 2003, Komisi Eropa mendanai studi terkait negara-negara sedikit meng-emisi limbah nuklir lalu mendirikan organisasi *European Repository Development Organisation* (ERDO) untuk koordinasi Eropa, *International Framework for Nuclear Energy*

- Cooperation* (IFNEC) mendorong kesepakatan manajemen-limbah internasional dan kemaslahatan lingkungan-hidup. Komisi tingkat tinggi Australia Selatan mengusulkan pengaturan internasional tahun 2016, pada tahun 2019 IFNEC menyatakan bahwa kesepakatan internasional harus berdasar kesepakatan nasional dalam tiap bangsa/negara di muka bumi.
5. Kelima, Tiap negara bertanggung-jawab kepada dunia untuk mengelola limbahnya, termasuk 50 negara emiten-polutan-nuklir cq 31 negara bersistem-pelistrikan berbasis energi-nuklir, untuk daur-ulang plutonium dan bauran bahan bakar oksida. Belum terdapat pengaturan internasional tentang peran pemasok uranium, selain keamanan penyimpanan, penghindaran penjualan uranium cq plutonium pada negara pembuat senjata-nuklir dan keamanan transportasi.
  6. Keenam, Kesepakatan internasional berbentuk *Nuclear Non-Proliferation Treaty* (NPT) mencakupi seluruh negara dunia, kecuali India, Pakistan, Israel dan Korut. Terti tersebut menghasilkan pembentukan IAEA yang ditanda-tangani sebagian besar negara di muka-bumi ( termasuk negara-negara tak ber SD Energi-Nuklir) pada tahun 1997 mencakupi standar-internasional manajemen sumberdaya energi dan limbah-energi.
  7. Ketujuh, pada tahun 2009, 14 negara membentuk the *European Repository Development Organisation* (ERDO) berhampiran swadaya , membentuk model ERDO tersepakati. Menteri KLH Indonesia sudah barang tentu menggunakan dokumen ERDO tersebut sebagai sumber-gagasan pembentukan hukum positif NKRI tentang strategi-pemerintahan tempat-simpan limbah-berbahaya dan aksi riset *lokasi-penyimpanan-ideal berbasis APBN* , karena ERDO diharapkan menjadi patok-duga negara-negara di muka-bumi di luar UE.

Penulis makalah ini menduga bahwa PBB dengan sadar menghindari benturan dengan negara-negara emiten limbah-nuklir utama-dunia berstatus negara adi-daya dan/atau negara pendiri PBB , sehingga memilih bersikap permisif terhadap emiten limbah-nuklir . PBB tak berdaya melindungi dunia. Makalah muram ini ditutup dengan mengutip ujaran Emanuel Kant , bahwa bahaya terbesar bukanlah penyakit , perang atau kemiskinan, namun kebutaan-massal umat-manusia yang bergandengan tangan, bersama-sama menuju jurang kehancuran.

**Jakarta, September 2023.**