

Analisis Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 Terkait *Fly Ash & Bottom Ash*

Muhammad Baharul Iman^{1*}, Fara Syafira²

Magister Hukum Kesehatan Universitas Soegijapranata, Semarang
Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya, Palembang ¹baharuliman@gmail.com,

²farasyafira928@gmail.com

*email : koresponden penulis : baharuliman@gmail.com

Abstrak

Fly Ash dan *Bottom Ash* (FABA) adalah produk sampingan pembakaran batubara. *Fly ash* merupakan partikel halus yang terbawa gas buangan, sedangkan *bottom ash* adalah partikel kasar yang mengendap di dasar ruang pembakaran. PP No. 101 Tahun 2014 mengategorikan FABA sebagai limbah B3 yang memerlukan pengelolaan dan pengawasan ketat. Namun, dengan diterbitkannya PP No. 22 Tahun 2021, sebagian FABA (N106 dan N107) tidak lagi digolongkan sebagai limbah B3, melainkan sebagai limbah non-B3. Perubahan ini membawa implikasi yang kompleks, terutama terkait pengelolaan, pengawasan, dan regulasi. Studi ini bertujuan menganalisis permasalahan tersebut dari perspektif masyarakat dan pemerintah menggunakan pendekatan yuridis normatif dengan teknik kompilasi data, studi komparatif hukum, dan analisis peraturan perundang-undangan. Perubahan kebijakan ini menimbulkan kekhawatiran mengenai pengawasan yang kurang ketat, potensi penyalahgunaan, dan dampak terhadap industri Indonesia, meskipun dapat menjadi modalitas untuk meningkatkan perekonomian. Penekanan pada perlindungan lingkungan harus diutamakan, dan pemanfaatan FABA yang dilakukan negara lain dapat menjadi solusi untuk mengurangi risiko pencemaran. Oleh karena itu, diperlukan regulasi dan pengawasan yang efektif serta kolaborasi antara pemerintah dan industri guna memastikan pengelolaan FABA dilakukan dengan aman dan bertanggung jawab guna mencegah dampak negatif yang mungkin timbul akibat pengelolaan FABA yang tidak memadai.

Kata kunci: *bottom ash*; *fly ash*; limbah B3; peraturan pemerintah; pengelolaan lingkungan

Abstract

Fly Ash and Bottom Ash (FABA) are byproducts of coal combustion. Fly ash refers to fine particles carried by exhaust gases, while bottom ash consists of coarse particles that settle at the bottom of the combustion chamber. Government Regulation No. 101 of 2014 categorized FABA as B3 waste, requiring strict management and supervision. However, with the issuance of Government Regulation No. 22 of 2021, certain types of FABA (N106 and N107) are no longer classified as B3 waste but as non-B3 waste. This policy change has complex implications, particularly regarding management, oversight, and regulation. This study aims to analyze these issues from the perspectives of society and the government using a normative juridical approach with data compilation techniques, legal comparative studies, and legislative analysis. The policy change raises concerns about less stringent supervision, potential misuse, and its impact on Indonesia's industries, despite its potential to boost the economy. Emphasis on environmental protection must take precedence, and adopting FABA utilization practices from other countries could be a solution to minimize pollution risks. Therefore, effective regulations and oversight, along with collaboration between the government and industry, are necessary to ensure that FABA is managed safely and responsibly, preventing negative impacts from inadequate FABA management.

Keywords: B3 waste; bottom ash; environmental management; fly ash; government regulations.

PENDAHULUAN

Peraturan Pemerintah (PP) No. 22 Tahun 2021 merupakan aturan pelaksana dari Undang-Undang No. 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja, khususnya dalam bidang lingkungan hidup. PP ini dimaksudkan untuk mengintegrasikan berbagai peraturan terkait perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang sebelumnya tersebar di beberapa PP. Namun, sejak diterbitkan, PP ini telah menuai berbagai kritik dan kontroversi dari berbagai kalangan, terutama aktivis lingkungan dan akademisi. PP ini memuat berbagai ketentuan terkait pengelolaan lingkungan hidup, termasuk pengelolaan limbah. Salah satu masalah yang cukup kontroversial ditemukan pada lampiran XIV PP No. 22 Tahun 2021 mengenai daftar limbah non B3. Dalam tabel tersebut, kode limbah N106 *Fly Ash* dan N107 *Bottom Ash* yang sebelumnya terdaftar menjadi limbah B3 kini dikategorikan dalam limbah non-B3. (PEMERINTAH PUSAT REPUBLIK INDONESIA, 2021)

Limbah B3 sendiri atau yang dikenal dengan limbah bahan berbahaya dan beracun didefinisikan sebagai limbah yang memiliki karakteristik yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan hidup. Berdasarkan peraturan perundang-undangan di Indonesia, khususnya Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021, limbah B3 mencakup berbagai kategori seperti limbah medis yang memiliki karakteristik infeksius, limbah benda tajam, limbah patologis, limbah kimia, bahan radioaktif, farmasi, zat sitotoksik, dan peralatan medis yang mengandung logam berat, serta tabung gas atau wadah bertekanan. (Ginting et al., 2023) *Fly ash & bottom ash* (FABA) merupakan dua produk sampingan berbeda yang dihasilkan dari pembakaran batubara. *Fly ash* adalah partikel-partikel halus yang terbawa oleh gas buangan selama proses pembakaran, sedangkan *bottom ash* terdiri dari partikel-partikel kasar yang mengendap di dasar ruang pembakaran. Paparan FABA berulang diyakini menyebabkan iritasi pada mata, hidung, saluran pernapasan, dan kulit, akibat logam berat yang terkandung di dalamnya. (Verona et al., 2023) FABA sendiri diproduksi oleh industri yang menggunakan proses pembakaran batubara seperti pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). (Widyarsana et al., 2021).

Perubahan kategorisasi FABA ini menimbulkan berbagai problematika kompleks yang melibatkan aspek lingkungan, kesehatan, ekonomi, sosial, dan regulasi. Studi ini akan mencoba menganalisis mengenai permasalahan tersebut, baik dari sisi masyarakat maupun pemerintah secara objektif, disertai dengan kritik, opini, dan saran dari penulis dengan berlandaskan teori dan fakta yang ada.

METODE

Dalam studi ini, penulis menerapkan pendekatan yuridis normatif sebagai metode utama. Pendekatan ini merupakan suatu bentuk kajian hukum yang berfokus pada analisis regulasi dalam konteks peristiwa tertentu, dengan cara mengevaluasi dan menginterpretasi data sesuai dengan norma hukum yang berlaku. Dalam konteks ini, pendekatan yuridis normatif digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian antara norma hukum dengan praktik yang terjadi di masyarakat. (Lestari, 2018) Untuk mengumpulkan informasi, peneliti menggunakan beberapa teknik, termasuk kompilasi data, studi komparatif hukum, dan analisis peraturan perundang-undangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

I. Perubahan Status FABA

Pada dasarnya penentuan apakah suatu limbah tergolong sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dilakukan berdasarkan kriteria yang ditetapkan dalam peraturan perundang-undangan yang berlaku. Menurut Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3, limbah dikategorikan sebagai B3 jika mengandung bahan yang berbahaya dan beracun yang dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan.(Hasibuan et al., 2023) Sebelumnya di Indonesia, penentuan FABA sebagai limbah B3 dilakukan berdasarkan kriteria yang ditetapkan dalam peraturan perundang-undangan, khususnya Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3. FABA yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara di pembangkit listrik, dapat dikategorikan sebagai limbah B3 jika memenuhi kriteria tertentu, seperti mengandung bahan berbahaya yang dapat mencemari lingkungan atau membahayakan kesehatan manusia. Pengujian tersebut telah tertuang dalam lampiran PP No. 101 Tahun 2014 yang memuat parameter-parameter ambang batas logam berbahaya. Meskipun rincian spesifik mengenai ambang batas toleransi untuk setiap unsur kimia dalam FABA tidak selalu dijelaskan secara rinci dalam dokumen publik, umumnya, ambang batas ini mencakup parameter seperti konsentrasi logam berat (misalnya arsenik, timbal, dan merkuri) yang harus berada di bawah ambang batas yang ditetapkan oleh pemerintah untuk memastikan bahwa limbah tersebut tidak mencemari lingkungan.(PEMERINTAH PUSAT REPUBLIK INDONESIA, 2014) PP No. 85 tahun 1999 yang mendahului PP No. 101 Tahun 2014 juga sebelumnya menggolongkan FABA sebagai limbah B3.(Indonesia Pemerintah Pusat, 1999)

Namun setelah PP No. 22 Tahun 2021 berlaku per tanggal 2 Februari 2021, FABA tidak lagi dianggap sebagai limbah B3. Melihat ketentuan yang ada, pastinya pemerintah telah memastikan bahwa kandungan logam berat dalam FABA, seperti arsenik, timbal, dan merkuri berada di bawah batas yang ditentukan, meskipun data terkait hal tersebut tidak dilampirkan, sehingga FABA dapat dikelola sebagai limbah non-B3.(Rahmat Hadi Suwarno et al., 2023) Pemerintah berpendapat bahwasannya FABA yang digolongkan non-B3 merupakan FABA Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang dikelola menggunakan *pulverized coal* atau *chain grate stoker* atau selain *stroke boiler* yang dilakukan pada suhu tinggi, sehingga *unburnt carbon* di dalam FABA menjadi minimum dan lebih stabil saat disimpan. Pemerintah juga menjelaskan, sebenarnya ada varian FABA yang masih tergolong limbah B3 dengan kode B409 *Fly Ash* dan B410 *Bottom Ash* yang jika pengolahannya masih menggunakan *stoker boiler* dan/atau tungku industri yang digunakan untuk pembuatan *steam* dengan temperatur rendah, sehingga tidak stabil karena tidak terbakar sempurna.(Aisyana, 2022)(Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2021b).

II. Implikasi Hukum

Pertama, perubahan kebijakan ini menimbulkan pertanyaan mengenai pengawasan dan regulasi. Ketika FABA tidak lagi dikategorikan sebagai limbah B3, penghasil FABA tidak diwajibkan untuk melakukan pelaporan dan perizinan yang ketat dalam pengelolaannya.(Nurfitriya & Febriyantiningrum, 2023) Pengelolaan limbah B3 diatur secara ketat oleh peraturan pemerintah, termasuk Peraturan Pemerintah No. 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah B3, yang menetapkan prosedur mulai dari pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, hingga penimbunan.(Dani et al., 2023) Pasal ini berkaitan erat dengan Pasal 59 Ayat

(7) dan Pasal 61 Ayat (3) dalam Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 mengenai Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Pada mulanya, pihak pemerintah mengambil langkah tegas terkait pembuangan limbah B3. Mereka menetapkan bahwa perusahaan yang melakukan pembuangan

limbah B3 secara ilegal akan dikenakan sanksi pidana sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. (PEMERINTAH PUSAT REPUBLIK INDONESIA, 2009) Setelah “sebagian” limbah FABA (N106 & N107) tidak lagi digolongkan sebagai limbah B3 yang tertuang dalam PP turunan Cipta Kerja No. 22 Tahun 2021 oleh Kementerian LHK, maka berlakulah bagian ketiga paragraf 1 yang menyebutkan rencana pengelolaan limbah non-B3 meliputi 3 bagian, yaitu: (1) limbah non- B3 khusus merujuk dalam persetujuan lingkungan, (2) limbah non-B3 terdaftar wajib tercantum rinci dalam persetujuan lingkungan, dan (3) pengelolaan limbah non-B3 tidak memerlukan persetujuan teknis. (PEMERINTAH PUSAT REPUBLIK INDONESIA, 2014) Hal inilah yang perlu menjadi perhatian khusus terkait pengawasan ketat terhadap implementasi aturan turunan ini.

Kedua, ada kekhawatiran bahwa penghapusan status B3 pada FABA dapat memicu penyalahgunaan, di mana perusahaan mungkin akan mengabaikan tanggung jawab mereka dalam pengelolaan limbah. Dalam konteks ini, ada potensi untuk terjadinya manipulasi dokumen, dimana limbah yang seharusnya dikategorikan sebagai B3 dapat disamarkan sebagai limbah non-B3 untuk menghindari kewajiban pengelolaan yang lebih ketat. (Suwargana, 2020) (Eko Priyanto, 2021) Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 Pasal 88 menetapkan “Setiap orang yang tindakannya, usahanya, dan/atau kegiatannya menggunakan B3, menghasilkan dan/atau mengelola limbah B3, dan/atau yang menimbulkan ancaman serius terhadap lingkungan hidup bertanggung jawab mutlak atas kerugian yang terjadi tanpa perlu pembuktian unsur kesalahan”. Namun, dengan adanya peraturan baru, status limbah batubara telah berubah. Akibatnya, pengelolaan limbah ini tidak lagi memerlukan pengawasan seketat sebelumnya seperti yang diterapkan pada limbah B3. Perubahan ini juga berdampak pada masyarakat yang terkena dampak pencemaran abu batubara, karena mereka akan menghadapi kesulitan dalam meminta pertanggungjawaban dari pihak yang menyebabkan kerugian. (PEMERINTAH PUSAT REPUBLIK INDONESIA, 2009) Hal tersebut tentunya disebabkan oleh Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 yang mengklasifikasikan ulang limbah abu batubara sebagai limbah non-B3. (PEMERINTAH PUSAT REPUBLIK INDONESIA, 2021) Konsekuensinya, tindakan yang merugikan lingkungan berpotensi meningkat karena tidak adanya kerangka hukum yang memadai untuk mengaturnya. Dari poin pertama mengenai pengawasan dan poin kedua terkait penyalahgunaan wewenang, Indonesia dapat berkaca pada kasus yang terjadi saat FABA masih tergolong limbah B3. Pelanggaran pengelolaan limbah terjadi pada PLTU milik PT Indominco Mandiri yang beroperasi di Desa Santan Tengah dan Desa Santan Ilir, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Pada tahun 2017, Jaringan Advokasi Tambang (Jatam) membantu warga setempat untuk menggugat perusahaan tersebut atas dugaan pelanggaran. Limbah FABA diduga ditimbun secara tidak sesuai standar dan dikelola dengan buruk di dekat pemukiman warga, menimbulkan dampak lingkungan yang serius. Namun, sanksi yang dijatuhkan hanya berupa denda Rp2 miliar, tanpa hukuman penjara, yang dinilai tidak sepadan dengan pelanggaran yang terjadi. (Berita Kaltim, 2018) Sebagai tambahan, sebelum PP No. 22 Tahun 2021 berlaku, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK) melaporkan adanya 137 kasus pelanggaran limbah B3 pada tahun 2015-2017. (Pernando, 2018) Maka dari itu perlu dipertimbangkan secara bijak, apakah dengan kelonggaran aturan yang ada dapat meningkatkan risiko pelanggaran terkait FABA. (Nursabrina et al., 2021)

Ketiga mengenai dampak yang akan ditimbulkan pada industri di Indonesia, FABA dapat menjadi salah satu modalitas untuk meningkatkan perekonomian bangsa. FABA dapat digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen dalam campuran beton. Penelitian menunjukkan bahwa penggunaan FABA dapat meningkatkan sifat mekanik beton, seperti kekuatan tekan dan daya tahan terhadap serangan kimia. Selain itu, FABA juga dapat berfungsi sebagai bahan pengisi dalam material konstruksi, yang membantu mengurangi penggunaan bahan baku konvensional dan mengurangi jejak karbon dari

proses produksi beton. FABA juga memiliki potensi sebagai sumber energi. Penelitian menunjukkan bahwa FABA dapat digunakan dalam proses konversi energi, seperti dalam pembuatan baterai udara, di mana FABA berfungsi sebagai katoda.(Pradana et al., 2024) Sebagai tambahan, FABA juga berpotensi meningkatkan kualitas tanah untuk pertanian dan hortikultura, karena tersedia dalam jumlah besar sebagai media perawatan. Pemanfaatan *fly ash* juga dapat diterapkan sebagai campuran media tanam, misalnya untuk tanaman tomat. Kebijakan ini turut mempermudah proses perizinan pemanfaatan FABA, karena tidak lagi memerlukan dokumen AMDAL yang biayanya bisa mencapai 400 juta rupiah. Hal ini tidak hanya mengurangi beban biaya, tetapi juga membantu mencegah praktik mafia dalam pengurusan perizinan.(Aisyana, 2022) Dengan memanfaatkan FABA, industri dapat mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan dari pembakaran batubara. Ini sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular, di mana limbah dipandang sebagai sumber daya yang dapat dimanfaatkan kembali, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.(PLN, 2023)

Keempat, dari perspektif sosial dan politik, perubahan kebijakan ini mencerminkan dinamika antara kepentingan ekonomi dan perlindungan lingkungan. Kebijakan yang lebih longgar terhadap FABA dapat dilihat sebagai upaya untuk mendukung industri energi dan konstruksi, tetapi pada saat yang sama dapat mengabaikan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat dan lingkungan.(Aisyana, 2022)(Nurfitria & Febriyantiningrum, 2023) Kesehatan masyarakat di sekitar PLTU, yang menjadi sumber limbah FABA, perlu mendapat perhatian serius. Kualitas udara di sekitar PLTU seringkali tidak baik dan berkontribusi pada tingginya kasus Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Misalnya, di PLTU Suralaya, Cilegon, Dinas Kesehatan setempat mencatat 118.184 kasus ISPA di kota tersebut dari 2018 hingga Mei 2020.(Koyod, 2020) Di Cilacap, Jawa Tengah, dampak limbah FABA terhadap masyarakat sekitar sangat terlihat. PLTU Cilacap memproduksi 26.000 ton FABA setiap tiga bulan. Menurut data dari Walhi Jateng, pada tahun 2018, lebih dari 8.000 penduduk di wilayah ini mengalami Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Angka tersebut meningkat menjadi 10.000 kasus pada tahun 2019. Disamping itu, tercatat 25 anak yang tinggal berjarak 100 meter dari kolam abu, menderita bronkitis.(Syahni, 2021) Masalah serupa juga terjadi di Desa Sijantang, Kota Sawahlunto, Sumatera Barat, di mana warga mengalami ISPA, serta mengeluhkan iritasi mata dan gatal-gatal akibat paparan abu terbang dari PLTU Ombilin.(Sastra, 2019) Kondisi ini dapat dinilai melanggar hak dasar warga negara, sebagaimana diatur dalam Pasal 28H Ayat (1) dan (2) UUD 1945 yang berbunyi “Setiap orang berhak hidup sejahtera lahir dan batin, bertempat tinggal, dan mendapatkan lingkungan hidup yang baik dan sehat, serta berhak memperoleh pelayanan kesehatan”.(PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA, 1945)

III. Kesesuaian dengan Prinsip Perlindungan Lingkungan

Prinsip perlindungan lingkungan telah diadaptasi ke dalam UU No. 32 Tahun 2009 termuat dalam asas-asas perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup pada BAB II Pasal 2 Huruf A-N. Dalam Pasal 2 Huruf F UU 32 Tahun 2009 disebutkan mengenai asas kehati-hatian. Lalu pada bagian penjelasan Undang-undang, “Yang dimaksud dengan ‘asas kehati-hatian’ adalah bahwa ketidakpastian mengenai dampak suatu usaha dan/atau kegiatan karena keterbatasan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi bukan merupakan alasan untuk menunda langkah-langkah meminimalisasi atau menghindari ancaman terhadap pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup”. Prinsip kehati-hatian (*precautionary principle*) dalam pengelolaan lingkungan menekankan pentingnya sikap waspada pemerintah dalam merumuskan kebijakan terkait lingkungan. Setiap kebijakan harus didasarkan pada bukti ilmiah yang relevan untuk memastikan pengambilan keputusan yang tepat.(PEMERINTAH PUSAT REPUBLIK INDONESIA, 2009) Oleh karena itu, pengecualian beberapa jenis FABA dari

kategori limbah B3 harus disertai dengan pengujian karakteristik spesifik sesuai sumber limbahnya. Hal ini diperlukan untuk mengidentifikasi dan mengantisipasi potensi dampak jangka panjang terhadap lingkungan yang dapat muncul dari kebijakan tersebut. Salah satu potensi masalah besar yang patut dipertimbangkan adalah hal yang sulit diprediksi seperti bencana alam. Contoh kasus yang dapat dipelajari mengenai tsunami setinggi 1,5 m yang menggulung teluk palu di Sulawesi Tengah. Pada daerah tersebut berdiri PLTU batubara di sisi timur kelurahan Panau sejak 2007, yang hancur dalam hitungan detik. Saat kejadian usai, beberapa warga menuju lokasi tersebut dan menemukan karung yang berhamburan dengan genangan berwarna hitam pekat (dugaan kuat *bottom ash*). Berbagai laporan yang sebelumnya telah dilakukan seperti pembuangan limbah ke lingkungan dan penyakit-penyakit yang diderita penduduk ditambah dengan temuan warga pasca tsunami, membuat PLTU tersebut disegel LHK pada Februari 2018. (Mawan, 2021) Kejadian tersebut erat kaitannya dengan PP No. 101 Tahun 2014 Pasal 1 mengenai sistem tanggap darurat. Sistem tanggap darurat adalah sistem pengendalian keadaan darurat yang meliputi pencegahan, kesiapsiagaan, dan penanggulangan kecelakaan serta pemulihan kualitas lingkungan hidup akibat kejadian kecelakaan Pengelolaan Limbah B3. (PEMERINTAH PUSAT REPUBLIK INDONESIA, 2014) Kecelakaan tersebut dapat berupa cedera personal, kerusakan peralatan, gangguan produksi, maupun pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah B3. Insiden ini dapat terjadi baik di dalam maupun di luar area industri, termasuk saat pengangkutan, distribusi, atau penggunaan limbah. Risiko kecelakaan dapat timbul akibat faktor manusia, kegagalan teknologi, atau bencana alam. Apabila kecelakaan dipicu oleh bencana alam, maka pemerintah bertanggung jawab menanggung biaya penanganan dan pemulihan. (Rosliana, n.d.) Dengan dihilangkannya sebagian FABA dari limbah B3, maka PP No. 22 tahun 2021 secara tidak langsung menghapus ancaman hukuman pidana dan prinsip *strict liability* (tanggung jawab mutlak) sehingga membuka celah bagi perusahaan PLTU batubara untuk bertindak ceroboh dalam menangani limbah. Akibatnya, industri merasa kurang terdorong untuk mengelola limbah secara bertanggung jawab karena limbah FABA tidak lagi dikategorikan sebagai limbah B3. Hal ini meningkatkan risiko pencemaran lingkungan karena berkurangnya kontrol dan kewajiban hukum yang sebelumnya lebih ketat. (Prasetyo, 2021) Situasi ini menjadi sangat mengkhawatirkan, terutama karena banyak PLTU beroperasi di wilayah rawan bencana seperti laporan Koalisi Bersihkan Indonesia terkait 13 PLTU yang beroperasi pada daerah kawasan rawan bencana gempa bumi. (Mawan, 2021) Dalam praktiknya, limbah batubara berupa FABA biasanya disimpan sementara di area sekitar PLTU sebelum akhirnya dimanfaatkan atau dikelola. Jika suatu saat terjadi pencemaran lingkungan akibat FABA, tidak akan ada sistem yang jelas untuk menanggulangi dan memulihkan dampaknya. Lebih jauh, karena FABA tidak lagi tergolong sebagai limbah B3, pemerintah tidak memiliki kewajiban untuk membiayai penanganan pencemaran yang mungkin terjadi. Padahal, FABA mengandung zat berbahaya yang dapat mencemari lingkungan, meskipun tingkat toksisitasnya tidak mencapai standar limbah B3. (Damayanti, 2018) Oleh karena itu, penting bagi pemerintah untuk tidak mengabaikan risiko ini dan tetap memastikan pengelolaan limbah dilakukan dengan hati-hati dan bertanggung jawab.

Asas yang perlu diperhatikan selanjutnya adalah pencemar membayar atau yang lebih dikenal luas dengan istilah *polluter pays principle*. Menurut UU No. 32 Tahun 2009 Yang dimaksud dengan “asas pencemar membayar” adalah bahwa setiap penanggung jawab yang usaha dan/atau kegiatannya menimbulkan pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup wajib menanggung biaya pemulihan lingkungan. Asas tersebut juga diulangi kembali pada penyelesaian sengketa lingkungan hidup melalui pengadilan pada paragraf 1 terkait ganti kerugian dan pemulihan lingkungan di Pasal 87 Ayat (1) UU No. 32 Tahun 2009. Pada penjelasan pasal tersebut, selain diharuskan untuk membayar, pihak yang terkena sanksi juga perlu memasang atau memperbaiki unit pengolahan limbah sehingga sesuai dengan baku mutu lingkungan hidup yang ditentukan, memulihkan fungsi lingkungan hidup, dan/atau menghilangkan atau memusnahkan penyebab timbulnya pencemaran dan/atau perusakan lingkungan

hidup.(PEMERINTAH PUSAT REPUBLIK INDONESIA, 2009) Jika terjadi pencemaran lingkungan akibat FABA, prinsip “pencemar membayar” sulit diterapkan secara efektif, karena FABA tidak lagi dipantau di bawah regulasi ketat limbah B3. Padahal limbah B3 sendiri memiliki prinsip “*cradle to grave*”, dimana sejak dihasilkan, disimpan, dikumpulkan, diangkut, dimanfaatkan, ditimbun maupun dimusnahkan harus memiliki kejelasan regulasi walaupun memakan biaya yang lebih besar. Dengan demikian, dalam kasus pencemaran besar FABA non-B3, pemerintah atau masyarakat mungkin akan menanggung biaya pemulihan lingkungan yang semestinya menjadi tanggung jawab industri.(Prasetyawan, 2021)

Prinsip yang selanjutnya mungkin dapat dipertimbangkan adalah kelestarian dan keberlanjutan yang dalam UU No. 32 tahun 2009 Pasal 2 Huruf B berbunyi “bahwa setiap orang memikul kewajiban dan tanggung jawab terhadap generasi mendatang dan terhadap sesamanya dalam satu generasi dengan melakukan upaya pelestarian daya dukung ekosistem dan memperbaiki kualitas lingkungan hidup”.(PEMERINTAH PUSAT REPUBLIK INDONESIA, 2009) Hal ini selaras dengan Deklarasi Rio tahun 1992 yang menekankan bahwa pembangunan harus dilakukan dengan cara yang tidak merusak lingkungan dan dapat memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Ini berarti bahwa pengelolaan FABA harus mempertimbangkan dampak jangka panjang terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat.(Andrii et al., 2023)(Stacey, 2017) Dalam konteks kebijakan, terdapat kekhawatiran bahwa pengklasifikasian FABA sebagai non-B3 dapat mengurangi perhatian terhadap pengelolaannya, sehingga meningkatkan risiko akumulasi bahan berbahaya yang berpotensi mencemari tanah dan air, serta mempengaruhi kesehatan masyarakat di sekitar lokasi pembuangan. (Aisyana, 2022)(Nursabrina et al., 2021) Salah satu studi sistematis menunjukkan bahwa paparan terhadap limbah berbahaya dalam jangka waktu lama, termasuk FABA, dapat berhubungan dengan peningkatan risiko penyakit kronis, seperti diabetes dan gangguan kardiovaskular.(Fazzo et al., 2017) Logam berat yang terkandung dalam FABA, seperti arsenik, kadmium, dan timbal, telah terbukti memiliki efek toksik yang signifikan pada sistem saraf dan dapat menyebabkan kerusakan organ.(Du et al., 2014)(I Made et al., 2021) Selain itu, paparan jangka panjang terhadap polutan ini dapat menyebabkan akumulasi dalam tubuh, yang berpotensi meningkatkan risiko penyakit degeneratif.(Pantazopoulou et al., 2015) Disisi lain, kelonggaran regulasi yang mengeluarkan FABA dari kategori B3 memberikan peluang signifikan bagi industri batubara untuk meminimalisir pengeluaran limbah. Dengan status baru ini, industri batubara dapat lebih leluasa dalam pengelolaan limbah, yang pada gilirannya dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan profitabilitas. Hal ini disinyalir dapat meningkatkan penggunaan batubara yang berakibat pada emisi gas rumah kaca yang berdampak pada perubahan iklim.(Shen, 2023) Selain dari segi industri, penggunaan batubara yang terus-menerus dalam PLTU di Indonesia berpotensi menyebabkan ketergantungan yang berkelanjutan pada sumber energi ini, sehingga mengabaikan pengembangan energi terbarukan lainnya seperti energi surya, angin, dan nuklir. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa ketergantungan pada batubara sebagai sumber energi utama di Indonesia menghalangi pemanfaatan sumber daya energi baru dan terbarukan. Dalam kajian tersebut, diungkapkan bahwa meskipun ada potensi besar untuk energi terbarukan, penggunaan batubara yang terus menerus menghambat pengembangan dan penerapan teknologi energi alternatif yang ramah lingkungan.(Solikah & Bramastia, 2024) Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia juga memprediksi bahwa batubara Indonesia diperkirakan akan habis kira-kira dalam waktu 65 tahun mendatang apabila tidak ditemukan cadangan baru.(Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2021a) Dari hal-hal tersebut diketahui bahwa, penggunaan batubara yang berlebihan mengancam prinsip *Intergenerational Equity* (keadilan antargenerasi) yang dimana batubara sendiri merupakan energi yang tidak terbarukan sehingga besar kemungkinan tidak dapat dimanfaatkan oleh generasi mendatang.(MOMAHED et al., 2023)

IV. Perbandingan dengan Regulasi Negara Lain

Beberapa negara maju di berbagai belahan dunia sudah menggolongkan FABA dalam limbah non B3. Di Amerika Serikat FABA diatur dalam 40 CFR Part 257 Subpart D dan status non-B3 nya ditetapkan secara khusus dalam RCRA Section 3001(b)(3)(A)(i), yang juga dikenal sebagai "*Bevill Amendment*" atau "*Bevill exclusion*". Secara spesifik, pengecualian FABA dari kategori limbah B3 tercantum dalam 40 CFR § 261.4(b)(4) yang menyatakan "Limbah padat berikut ini bukan merupakan limbah berbahaya: ... (4) Limbah *fly ash*, limbah *bottom ash*, limbah terak, dan limbah pengendalian emisi gas buang yang dihasilkan terutama dari pembakaran batubara atau bahan bakar fosil lainnya...". Namun perlu dicatat bahwa meskipun dikecualikan dari kategori B3, pengelolaannya tetap diatur secara khusus melalui CCR Rule yang tertuang dalam 40 CFR Part 257 dan Part 266 Subpart H § 266.112.(Environmental Protection Agency, 2010)

Di benua lain seperti eropa, FABA juga sudah tidak digolongkan dalam limbah berbahaya. Hal ini sebagaimana diatur regulasi Uni Eropa dalam Commission Decision 2000/532/EC dan terakhir diperbarui dengan Commission Decision 2014/955/EU. Dalam daftar tersebut, *fly ash* dari pembakaran batubara diberi kode 10 01 02 dan diklasifikasikan sebagai limbah non-berbahaya (*non-hazardous waste*). Sedangkan *bottom ash* diberi kode 10 01 01 dan 10 01 15 tidak tergolong dalam B3 apabila tidak terkandung substansi berbahaya di dalamnya. Regulasi ini berlaku di seluruh negara anggota Uni Eropa dan menjadi dasar untuk pengelolaan limbah di kawasan tersebut.(THE EUROPEAN COMMISSION, 2014) Dikarenakan peraturan tersebut, tingkat pengolahan *fly ash* di benua eropa tergolong tinggi, dengan rincian Belanda 100%, Denmark 90%, Jerman 79%, Belgia 73%, Inggris 70%, dan Perancis 65%.(Han & Wu, 2019):(Walkley et al., 2017)

Dalam konteks regulasi China, FABA diatur dalam katalog limbah nasional atau "*National Catalog of Hazardous Wastes*" (《国家危险废物名录》) yang dikeluarkan berdasarkan Order No. 39 tahun 2016 dari *Ministry of Environmental Protection*. FABA tidak terdaftar dalam Appendix A dari katalog tersebut yang memuat daftar limbah berbahaya. Ini secara implisit menunjukkan bahwa FABA dianggap sebagai limbah non-berbahaya. Kemudian berdasarkan "*Law of the People's Republic of China on the Prevention and Control of Environmental Pollution by Solid Waste*" dan "*Standards for Pollution Control on the Storage and Disposal Site for General Industrial Solid Wastes*" (GB 18599-2001), limbah industri dibagi menjadi dua kategori utama; Kategori I (Limbah berbahaya) dan Kategori

II (Limbah non-berbahaya), dalam klasifikasi ini FABA dimasukkan dalam Kategori II sebagai limbah yang tidak berbahaya.(Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic Of China, 2003)(People's Republic of China, 2016)(Ministry of Ecology and Environment of the People's Republic Of China, 2021) Menilik aturan tersebut, cina sebagai produsen batubara terbesar dunia, berhasil mengutilisasi limbah *fly ash* hingga 60%.(Steven T. Moon, 2013)

Terakhir, untuk memberi perbandingan secara adil, regulasi FABA dapat dilihat dari negara Asia Tenggara lain seperti Vietnam yang masih berstatus negara berkembang. Vietnam mulai memperhatikan masalah limbah dengan mengeluarkan regulasi Hukum Proteksi Lingkungan pada 2005 (Order No. 29/2005/L-CTN) yang kemudian diperbarui tahun 2014. Regulasi ini dilengkapi dengan terbitnya edaran No. 36/2015/TT-BTNMT yang mengatur pengelolaan limbah berbahaya beserta daftarnya. Sistem pengelolaan limbah padat di Vietnam membagi limbah menjadi tiga kategori: berbahaya, tidak berbahaya, dan limbah kota. Dalam kategori ini, *fly ash* dari pembakaran batubara tidak termasuk dalam daftar limbah berbahaya. Menyadari potensi dampak lingkungan dari penumpukan *fly*

ash, pemerintah Vietnam menargetkan pemanfaatan 60% limbah batubara sebagai material konstruksi hingga 2020. Komitmen ini diperkuat dengan keputusan Perdana Menteri tahun 2017 untuk mengoptimalkan penggunaan abu, *slag* dan gipsum dari PLTU dan industri kimia dalam proyek konstruksi, yang memperkuat keputusan serupa tahun 2014. Meski belum ada data resmi tentang tingkat pemanfaatan *fly ash* karena program ini baru dimulai tahun 2014, Vietnam telah mengembangkan campuran *fly ash* dan bentonite (rasio 4:1) dengan tanah digunakan sebagai lapisan dasar TPA, sementara *bottom ash* dimanfaatkan untuk material paving. (Ekaputri & Bari, 2021)

PENUTUP

Kelonggaran regulasi yang mengeluarkan FABA dari kategori limbah B3 memberikan peluang signifikan bagi industri batubara untuk meminimalisir pengeluaran dana dalam pengelolaan limbah. Sebelumnya, berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) No. 85 Tahun 1999 dan PP No. 101 Tahun 2014, FABA dikategorikan sebagai limbah B3, yang mengharuskan pengelolaan dan pengawasan yang ketat. Namun, dengan diterbitkannya PP No. 22 Tahun 2021, sebagian dari limbah FABA (khususnya N106 dan N107) tidak lagi digolongkan sebagai limbah B3, melainkan sebagai limbah non-B3. Hal ini juga menimbulkan kekhawatiran mengenai dampak lingkungan dan kesehatan masyarakat. Pengelolaan yang kurang ketat terhadap FABA dapat menyebabkan pencemaran yang serius, baik terhadap tanah, air, maupun udara, yang pada akhirnya dapat menimbulkan kerugian yang besar bagi masyarakat dan negara. Oleh karena itu, diperlukan perhatian yang lebih besar terhadap regulasi dan pengawasan yang efektif.

Dalam konteks ini, kerja sama yang baik antara pemerintah dan perusahaan terkait sangatlah penting. Pemerintah perlu menyusun regulasi yang tidak hanya memberikan kelonggaran, tetapi juga memastikan bahwa pengelolaan FABA dilakukan dengan cara yang aman dan bertanggung jawab. Selain itu, pemanfaatan FABA dalam berbagai aplikasi, seperti yang telah dilakukan di negara-negara lain, dapat menjadi solusi untuk menurunkan risiko pencemaran dan kerusakan lingkungan. Dengan demikian, kesimpulan dari studi ini menekankan pentingnya keseimbangan antara peluang yang diberikan oleh regulasi yang lebih longgar dengan tanggung jawab untuk melindungi masyarakat dan lingkungan. Upaya kolaboratif antara pemerintah dan industri sangat diperlukan untuk memastikan bahwa manfaat ekonomi tidak mengorbankan keberlanjutan lingkungan dan kesehatan masyarakat. Regulasi yang efektif dan pengawasan yang ketat harus menjadi prioritas untuk mencegah dampak negatif yang mungkin timbul akibat pengelolaan FABA yang tidak memadai.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyana, M. R. (2022). Politik Kebijakan Limbah Energi: Analisis Kebijakan Penghapusan Limbah Faba dari Daftar Limbah Berbahaya di Indonesia. *Jurnal Ilmu Sosial Indonesia (JISI)*, 3(2). <https://doi.org/10.15408/jisi.v3i2.29669>
- Andrii, E. L., Vitalii, V. S., & Mykola, S. N. (2023). The Informational Components of Social Resilience Within Realization of the UN Sustainable Development Goals. *International Journal of Media and Information Literacy*, 8(2), 324–338. <https://doi.org/10.13187/ijmil.2023.2.324>
- Berita Kaltim. (2018). *PLTU Batubara Indominco Mandiri Dapidana Rp2 Miliar*. News Kaltim. <https://newskaltim.com/pltu-batubara-indominco-mandiri-dapidana-rp2-miliar/>

- Damayanti, R. (2018). Abu batubara dan pemanfaatannya: Tinjauan teknis karakteristik secara kimia dan toksikologinya. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 14(3), 213–231. <https://doi.org/10.30556/jtmb.Vol14.No3.2018.966>
- Dani, A. H., Arofah, N., Yulistiyana, L. N., Taswidi, D., & Ramadhan, I. A. (2023). FAKTOR-FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN PENGELOLAAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) DI PT SURI TANI PEMUKA KABUPATEN CIREBON. *Jurnal Kesehatan*, 14(2), 117–125. <https://doi.org/10.38165/jk.v14i2.388>
- Du, Y.-J., Wei, M.-L., Reddy, K. R., Jin, F., Wu, H.-L., & Liu, Z.-B. (2014). New phosphate-based binder for stabilization of soils contaminated with heavy metals: Leaching, strength and microstructure characterization. *Journal of Environmental Management*, 146, 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.035>
- Ekaputri, J. J., & Bari, M. S. Al. (2021). The comparison of regulations on fly ash as a hazardous waste in Indonesia and several countries. *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*, 26(2), 150–162. <https://doi.org/10.14710/mkts.v26i2.30762>
- Eko Priyanto, M. (2021). Polemik Kebijakan Impor Limbah Non Bahan Berbahaya Dan Beracun Di Indonesia. *Jurnal Penegakan Hukum Indonesia*, 2(2), 199–225. <https://doi.org/10.51749/jphi.v2i2.13>
- Environmental Protection Agency. (2010). *Hazardous and Solid Waste Management System; Identification and Listing of Special Wastes; Disposal of Coal Combustion Residuals From Electric Utilities*. Federal Register. <https://www.federalregister.gov/documents/2010/06/21/2010-12286/hazardous-and-solid-waste-management-system-identification-and-listing-of-special-wastes-disposal-of>
- Fazzo, L., Minichilli, F., Santoro, M., Ceccarini, A., Della Seta, M., Bianchi, F., Comba, P., & Martuzzi, M. (2017). Hazardous waste and health impact: a systematic review of the scientific literature. *Environmental Health*, 16(1), 107. <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0311-8>
- Ginting, A. B., Syahrin, A., Yunara, E., & Leviza, J. (2023). Criminal Liability of Perpetrators of Unauthorized Management of Medical B3 Waste Without License. *Locus Journal of Academic Literature Review*, 21–25. <https://doi.org/10.56128/ljoalr.v2i1.113>
- Han, F., & Wu, L. (2019). *Industrial Solid Waste Recycling in Western China*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-8086-0>
- Hasibuan, A. A., Mubarok, D. A., & Firmansyah, A. (2023). Tinjauan Penerapan Pengelolaan Limbah B3 Pada Sektor Kesehatan Di Indonesia Berdasarkan GRI 300. *Journal of Law, Administration, and Social Science*, 3(2), 220–233. <https://doi.org/10.54957/jolas.v3i2.545>
- I Made, W. W., Aurilia, A. M., & Suci, A. T. (2021). Identification of industrial hazardous waste and material flow analysis based on hazardous waste producing businesses in Indonesia. *Research Square*. <https://doi.org/https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-240624/v1>
- Indonesia Pemerintah Pusat. (1999). *Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 85 Tahun 1999 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/54590/pp-no-85-tahun-1999>

- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2021a). *Cadangan Batubara Masih 38,84 Miliar Ton, Teknologi Bersih Pengelolaannya Terus Didorong*. 246.Pers/04/SJI/2021. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/cadangan-batubara-masih-3884-miliar-ton-teknologi-bersih-pengelolaannya-terus-didorong>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2021b). *Fly Ash dan Bottom Ash (FABA) Hasil Pembakaran Batubara Wajib Dikelola*. SIARAN PERS Nomor: SP.078/HUMAS/PP/HMS.3/3/2021. <https://esdm.go.id/en/media-center/news-archives/fly-ash-dan-bottom-ash-faba-hasil-pembakaran-batubara-wajib-dikelola>
- Koyod, A. (2020). *Ratusan Ribu Kasus Penyakit ISPA di Cilegon, PLTU Jadi Salah Satu Penyebabnya?*
FAKTA BANTEN SURAT MERDEKA RAKYAT BANTEN.
<https://faktabanten.co.id/cilegon/2ratusan-ribu-kasus-penyakit-isp-a-di-cilegon-pltu-jadi-salah-satu-penyebabnya/>
- Lestari, S. N. (2018). PERAN PERUSAHAAN MELAKSANAKAN TANGGUNG JAWAB SOSIAL PERUSAHAAN SEBAGAI UPAYA PENGENTASAN KEMISKINAN DI INDONESIA. *Masalah-Masalah Hukum*, 46(1), 80.
<https://doi.org/10.14710/mmh.46.1.2017.80-91>
- Mawan, A. (2021). *Kala Tambang sampai PLTU Berada di Wilayah Rawan Bencana*. MONGABAY Situs Berita Lingkungan. <https://www.mongabay.co.id/2021/05/30/kala-tambang-sampai-pltu-berada-di-wilayah-rawan-bencana/>
- Ministry of Ecology and Enviroment of the People's Republic Of China. (2003). *National Catalogue of Hazardous Wastes*.
https://www.mee.gov.cn/ywgz/gtfwyhxppl/wxfw/201604/t20160424_336667.shtml
- Ministry of Ecology and Enviroment of the People's Republic Of China. (2021). *Standard for pollution control on the non-hazardous industrial solid waste storage and landfill*. 标准号: GB 18599- 2020 (代替 GB 18599-2001).
https://www.mee.gov.cn/ywgz/fgbz/bz/bzwb/gthw/gtfwvrkzbz/202012/t20201218_813927.shtml
- MOMAHED, A. I., YALÇIN, Z. G., & DAŞ, M. (2023). The Usage Status of Joetermel Energy in the World, Turkey and Djibouti. *European Journal of Science and Technology*.
<https://doi.org/10.31590/ejosat.1261034>
- Nurfitria, N., & Febriyantiningrum, K. (2023). STUDI POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH FLY ASH BATU BARA BERDASARKAN KAJIAN PARAMETER KIMIA. *Biology Natural Resources Journal*, 2(2), 75–79. <https://doi.org/10.55719/binar.v2i2.723>
- Nursabrina, A., Joko, T., & Septiani, O. (2021). KONDISI PENGELOLAAN LIMBAH B3 INDUSTRI DI INDONESIA DAN POTENSI DAMPAKNYA: STUDI LITERATUR. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekes Depkes Bandung*, 13(1), 80–90.
<https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v13i1.1841>

- Pantazopoulou, E., Zebiliadou, O., Noli, F., Mitrakas, M., Samaras, P., & Zouboulis, A. (2015). Utilization of Phosphogypsum in Tannery Sludge Stabilization and Evaluation of the Radiological Impact. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 94(3), 352–357. <https://doi.org/10.1007/s00128-014-1422-3>
- PEMERINTAH PUSAT REPUBLIK INDONESIA. (2009). *Undang-undang (UU) No. 32 Tahun 2009* *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/38771/uu-no-32-tahun-2009>
- PEMERINTAH PUSAT REPUBLIK INDONESIA. (2014). *Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*. <https://peraturan.go.id/id/pp-no-101-tahun-2014>
- PEMERINTAH PUSAT REPUBLIK INDONESIA. (2021). *Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/161852/pp-no-22-tahun-2021>
- PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA. (1945). *UUD 1945 dan Amandemen*. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/101646/uud-no-->
- People's Republic of China. (2016). *Decree 39 of 2016 of the Ministry of Environmental Protection Laying down the National Hazardous Waste Inventory 2016*. <https://leap.unep.org/en/countries/cn/national-legislation/decrees-39-2016-ministry-environmental-protection-laying-down>
- Pernando, A. (2018). *Selama 2 Tahun Terakhir, Ada 137 Kasus Pelanggaran Limbah Beracun dan Berbahaya*. <https://ekonomi.bisnis.com/read/20180402/257/779149/selama-2-tahun-terakhir-ada-137-kasus-pelanggaran-limbah-beracun-dan-berbahaya>
- PLN. (2023). *Pemanfaatan FABA, Dari Sisa Pembakaran PLTU PLN Menjadi Bahan Baku Pembangunan Bernilai Ekonomis*. Press Release No. 338.PR/STH.00.01/VI/2023. <https://web.pln.co.id/media/siaran-pers/2023/06/pemanfaatan-faba-dari-sisa-pembakaran-pltu-pln-menjadi-bahan-baku-pembangunan-bernilai-ekonomis>
- Pradana, A., Nurhayati, T., & Pinandita, S. (2024). Analisa Konduktifitas Material Fly Ash dan Bottom Ash sebagai Katoda pada Baterai Udara. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 6(1), 39–46. <https://doi.org/10.37905/jjee.v6i1.23003>
- Prasetiawan, T. (2021). KONTROVERSI PENGHAPUSAN FABA DARI DAFTAR LIMBAH B3. *Bidang Kesejahteraan Sosial Info Singkat*, XIII(7), 13–18. https://berkas.dpr.go.id/pusaka/files/info_singkat/Info_Singkat-XIII-7-I-P3DI-April-2021-223.pdf
- Prasetyo, A. (2021). *4 Catatan Kritis ICEL Soal Abu Batubara Bukan Lagi Limbah B3*. <https://www.hukumonline.com/berita/a/4-catatan-kritis-icel-soal-abu-batubara-bukan-lagi-limbah-b3-lt604c113ab5a1b/>

- Rahmat Hadi Suwarno, Arief Sabdo Yuwono, & Erizal. (2023). On the Performance Analysis and Environmental Impact of Concrete with Coal Fly Ash and Bottom Ash. *International Journal of Engineering and Technology Innovation*, 13(1), 86–97. <https://doi.org/10.46604/ijeti.2023.10229>
- Roslina. (n.d.). *SISTEM TANGGAP DARURAT DALAM PENGELOLAAN B3 DAN LIMBAH B3*. KLHK Direktorat Pengelolaan B3.
- Sastra, Y. (2019). *Manajemen PLTU Ombilin Jadwalkan Pemeriksaan Kesehatan Warga*. Kompas. <https://www.kompas.id/baca/utama/2019/07/01/manajemen-pltu-ombilin-jadwalkan-pemeriksaan-kesehatan-warga/>
- Shen, M. (2023). Perubahan Iklim: Tinjauan Holistik Sektor Batubara. *PARAHYANGAN ECONOMIC DEVELOPMENT REVIEW*, 1(2), 116–130. <https://doi.org/10.26593/pedr.v1i2.6672>
- Solikah, A. A., & Bramastia, B. (2024). Systematic Literature Review : Kajian Potensi dan Pemanfaatan Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan Di Indonesia. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan*, 5(1), 27–43. <https://doi.org/10.14710/jebt.2024.21742>
- Stacey, J. (2017). Preventive justice, the precautionary principle and the rule of law. In *Regulating Preventive Justice* (pp. 23–39). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315620978-2>
- Steven T. Moon, J. D. (2013). Regulatory and Legal Applications : Fly Ash Use in Cement and Cementitious Products. *2013 World of Coal Ash (WOCA)*, 1–19.
- Suwargana, I. (2020). Pencegahan Importasi Limbah B3 Dan Sampah Ke Wilayah Indonesia. *Jurnal Good Governance*. <https://doi.org/10.32834/gg.v16i2.201>
- Syahni, D. (2021). *Cerita Warga Terdampak Debu Batubara di Tengah Kebijakan Limbah FABA Tak Masuk B3*. MONGABAY Situs Berita Lingkungan. <https://www.mongabay.co.id/2021/03/24/cerita-warga-terdampak-debu-batubara-di-tengah-kebijakan-limbah-faba-tak-masuk-b3/>
- THE EUROPEAN COMMISSION. (2014). *2014/955/EU: Commission Decision of 18 December 2014 amending Decision 2000/532/EC on the list of waste pursuant to Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council Text with EEA relevance*. European Union Law. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32014D0955>
- Verona, A., Azhim, A. P., Liliek, H. P., Wahyu, D. U., & Ibrahim, M. (2023). *Utilization of Fly Ash and Bottom Ash as a Filler in the NPK Plant at Petrokima Gresik Ltd* (pp. 1112–1116). https://doi.org/10.2991/978-94-6463-008-4_137
- Walkley, B., San Nicolas, R., Sani, M.-A., Bernal, S. A., van Deventer, J. S. J., & Provis, J. L. (2017). Structural evolution of synthetic alkali-activated CaO-MgO-Na₂O-Al₂O₃-SiO₂ materials is influenced by Mg content. *Cement and Concrete Research*, 99, 155–171. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2017.05.006>

Muhammad Baharul Iman, Fara Syafira

Analisis Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 Terkait *Fly Ash & Bottom Ash*

Widyarsana, I. M. W., Tambunan, S. A., & Mulyadi, A. A. (2021). *Identification of Fly Ash and Bottom Ash (FABA) Hazardous Waste Generation From the Industrial Sector and Its Reduction Management in Indonesia*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-307109/v1>