

Policy Brief: Penanganan limbah padat sisa pembakaran batubara (*fly ash-bottom ash*) dari industri Pembangkit Listrik Tenaga Uap berdasarkan kategori baru limbah non-B3 terdaftar sesuai PP 22/2021

Dipersiapkan oleh Komisi Lingkungan Hidup dan Sumber Daya Air Direktorat Penelitian dan Kajian PPI Dunia

Ringkasan Eksekutif:

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, limbah sisa pembakaran batu bara dari industri PLTU yang biasa dikenal dengan FABA tidak lagi dikelompokkan sebagai limbah bahan berbahaya beracun (B3). Peraturan baru ini mengkategorikan FABA sebagai limbah non B3 terdaftar yang ijin pemanfaatannya tidak lagi diatur secara khusus. Hal ini menimbulkan pro dan kontra di kalangan masyarakat. Di satu sisi, pemanfaatan FABA sebagai bahan tambahan pada produk konstruksi dapat memberi manfaat ekonomis. Di sisi lain, perubahan kategori ini dirasa menjadi ancaman untuk perlindungan lingkungan sehubungan dengan jejak logam berat pada limbah FABA. Menyikapi polemik ini, sebuah *policy brief* disusun oleh PPI Dunia dan menghasilkan rekomendasi terkait penanganan limbah FABA. *Policy brief* ini disusun berdasarkan kajian teoritis dan studi kasus dengan negara lain yang memiliki kebijakan yang sama. Rekomendasi yang dihasilkan dari *policy brief* ini menitik beratkan pada diperlukannya peraturan turunan dan petunjuk teknis penangan limbah FABA. Selain peraturan, infrastruktur khusus untuk pengelolaan limbah FABA, seperti *landfill*, juga dibutuhkan untuk menunjang system pengelolaan terintegrasi

Pendahuluan

Pembangkit listrik tenaga uap dengan bahan bakar batubara adalah salah satu sumber jenis pembangkit listrik utama di Indonesia. Berdasarkan data dari Kementerian ESDM pada tahun 2019, 61.85% bauran energi primer pembangkit listrik Indonesia bersumber dari batubara (Pratiwi et al., 2019). Menyusul rencana penambahan jumlah PLTU di Indonesia, Kementerian ESDM memperkirakan kebutuhan batubara untuk industri PLTU mencapai 113 juta ton di tahun 2021. Di sisi lain, penggunaan batubara sebagai bahan bakar pembangkit listrik menghasilkan *by-product* berupa limbah dari hasil pembakaran. Limbah pembakaran batubara, atau yang biasa disebut *fly ash* dan *bottom ash* (FABA) didefinisikan sebagai limbah padat berbentuk debu halus yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara dengan ukuran 0.5 - 100 mikron (Senapati, M. 2011). Karakteristik FABA sangat bergantung pada jenis batubara yang digunakan, suhu pembakaran, dan teknologi pembakaran. Namun secara umum FABA memiliki kandungan mineral seperti silika (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), kalsium oksida (CaO), dan besi oksida (Fe_2O_3). Karakteristik ini menjadikan FABA sebagai bahan tambahan yang murah—karena statusnya sebagai limbah, untuk dimanfaatkan kembali di industri semen ataupun sebagai bahan baku pembuatan batako. Atas

dasar inilah, Pemerintah Republik Indonesia mengubah status limbah FABA dari limbah B3 menjadi limbah non B3 berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 sehingga pemanfaatannya dapat diperluas tanpa memerlukan ijin khusus. Di sisi lain, penelitian pada karakteristik FABA juga menunjukkan adanya jejak logam berat yang berbahaya apabila dibuang secara ke lingkungan. Hal ini menimbulkan pro dan kontra di masyarakat yang terkait potensi pencemaran lingkungan yang timbul dari pengelolaan FABA sebagai limbah non B3.

Policy brief ini memuat pertimbangan-pertimbangan yang disusun oleh Komisi Lingkungan Hidup dan Sumber Daya Air PPI Dunia terkait rencana pemanfaatan FABA di Indonesia setelah diterbitkannya PP No. 22 Tahun 2021. Pada *policy brief* ini akan dibahas beberapa poin menyikapi penerapan PP No. 22 Tahun 2021 terkait aturan tambahan, inventarisasi data limbah, ketersediaan fasilitas dan sarana yang terintegrasi, dan pengembangan penelitian pemanfaatan FABA

Metode Analisis

Policy brief ini disusun untuk menyikapi perubahan status FABA sebagai limbah B3 menjadi limbah non B3 terdaftar berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. *Policy brief* ini disiapkan melalui kajian teoritis terkait timbulan FABA, potensi pemanfaatan, dan studi kasus dengan negara lain yang telah lebih dahulu mengadopsi peraturan serupa.

Kondisi pengelolaan FABA di Indonesia dan komparasinya dengan negara lain

Timbulan dan pengelolaan FABA dari industri PLTU di Indonesia saat ini

Sampai akhir tahun 2020, pembuangan dan pengelolaan FABA diatur oleh PP No. 101 Tahun 2014. Berdasarkan peraturan tersebut FABA dikategorikan sebagai limbah bahan berbahaya dan beracun (LB3) sehingga pengelolaannya membutuhkan izin khusus dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) serta Kementerian Perhubungan terkait pengangkutannya. Hal ini mengakibatkan pemanfaatan FABA oleh industri penghasil seperti PLTU tidak bisa dilakukan secara bebas karena terbentur izin pemanfaatan.

Batubara umumnya memiliki kadar *ash content* 10%. Bila mempertimbangkan kebutuhan batubara untuk industri PLTU yang mencapai 113 juta ton maka potensi timbulan limbah FABA adalah 11 juta ton pada tahun 2021. Mengutip wawancara Wakil Direktur Utama Perusahaan Listrik Negara (PLN), biaya pengelolaan FABA sebagai limbah B3 sendiri mencapai Rp 4,9 triliun pertahun yang mencakup biaya pengangkutan dan *landfill*. Biaya pengelolaan ini sejatinya dapat ditekan dan dapat menjadi nilai surplus apabila FABA yang dihasilkan dapat dimanfaatkan kembali sebagai limbah non B3.

Beberapa PLTU di Indonesia telah lebih dahulu mengantongi ijin pemanfaatan FABA—ketika masih terdaftar sebagai limbah B3, salah satunya PLTU Tanjung Jati B,

Jejara. Oleh PLTU Tanjung Jati B FABA dimanfaatkan sebagai batako, paving, dan beton pracetak yang digunakan sebagai CSR pembangunan rumah warga tidak mampu di sekitar pembangkit tersebut. Cerita sukses ini nampaknya menjadi salah satu dorongan untuk pemanfaatan FABA secara lebih luas lagi.

Sebelum disahkan, hasil uji karakteristik FABA dari 19 PLTU oleh Kementerian KLHK menunjukkan tidak adanya indikasi limbah B3 pada 5 kategori, yaitu mudah menyala, mudah meledak, reaktivitas, dan korosivitas. Selain itu hasil uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure (TCLP)*– potensi pelindian dan *Lethal Dose 50 (LD50)*– potensi toksisitas juga berada di bawah ambang batas yang disyaratkan oleh PP 101 Tahun 2014. Dengan demikian berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 22 Tahun 2021, secara resmi FABA dari industri PLTU yang dihasilkan dari pembakaran non *stoker boiler* (tungku pembakaran) dikeluarkan dari kategori limbah B3 dan dikategorikan sebagai limbah non B3 terdaftar. Keputusan ini diklaim mengikuti beberapa negara maju seperti Jepang, Amerika Serikat, dan Korea Selatan yang tidak mendaftarkan limbah FABA sebagai limbah B3.

Belajar dari pengelolaan FABA di Switzerland–pentingnya inventarisasi karakteristik FABA dan pembaruan hasil uji

Swiss adalah salah satu negara maju yang mewajibkan pengelolaan *fly ash* sebelum dibuang ke tempat pemrosesan akhir. Berbeda dengan Indonesia, penyumbang limbah FABA terbesar di Swiss adalah fasilitas insinerasi sampah perkotaan. Berdasarkan peraturan terbaru yang dirilis pemerintah Swiss, *Ordinance of the Avoidance and Disposal of Waste*, seluruh FABA yang dihasilkan dari fasilitas insinerasi wajib diolah dengan *recovery* logam berat sebagai bagian dari pengelolaan lingkungan yang berbasis *circular economy* (Zucha et al., 2020). Salah satu aspek penting yang mendukung keberhasilan program ini adalah tersedianya inventarisasi terkait neraca timbunan dan karakteristik geo-fisika-kimia yang dimiliki oleh FABA yang dihasilkan dari 29 fasilitas insinerasi berbeda di Swiss. Melalui inventarisasi ini karakteristik kimia FABA dari masing-masing fasilitas insinerasi akan mempengaruhi metode pemanfaatan dan efisiensi proses.

Pemanfaatan FABA sangat bergantung pada karakteristiknya. FABA sendiri secara umum dikategorikan menjadi 2 kelas yaitu F dan C. FABA dengan kelas F memiliki kandungan aluminium dan silika yang lebih tinggi serta kadar kalsium yang rendah sehingga cocok untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambahan untuk pembuatan produk konstruksi seperti semen portland dan batako (Tikalsky et al., 1996). Dalam hal ini keberadaan inventarisasi nasional menjadi krusial diantaranya untuk mengetahui besarnya potensi pemanfaatan FABA skala nasional melalui komposisi mineralnya. Selain itu data inventarisasi nasional ini juga penting untuk memastikan karakteristik limbah B3 tidak terdeteksi di sampel FABA melalui hasil uji berkala. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021, FABA sebagai limbah non B3 terdaftar wajib untuk dikelola dan dimanfaatkan kembali. Maka dari itu, inventarisasi FABA juga sebaiknya memuat neraca limbah FABA untuk memastikan

efisiensi pemanfaatan limbah FABA. Terakhir, tersedianya inventarisasi skala nasional juga bermanfaat untuk pengembangan penelitian pemanfaatan FABA untuk mendukung konsep pembangunan berkelanjutan dan *circular economy* di Indonesia.

Manajemen pengelolaan dan pemanfaatan FABA yang berkelanjutan dan terintegrasi

Meskipun memiliki potensi pemanfaatan yang bernilai ekonomis, FABA juga memiliki kemungkinan kandungan timbal (Pb), kromium (Cr), arsenik (As), kadmium (Cd) dan merkuri (Hg). Logam berat ini dapat menjadi racun bagi manusia dan ekosistem bahkan pada konsentrasi yang relatif rendah (Colangelo et al., 2012). Selain itu, karakteristik FABA yang berbentuk debu halus dalam ukuran mikro dapat menimbulkan polusi debu selama pengangkutan dan pengelolaan. Terhirupnya debu mikron dapat menimbulkan penyakit pernapasan pneumokoniosis. Kedua alasan ini menjadi faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam pemanfaatan FABA. Untuk mencapai dampak positif baik dari sisi ekonomi maupun lingkungan terkait pengelolaan dan pemanfaatan FABA dibutuhkan instrumen-instrumen pelengkap diantaranya regulasi turunan dan kesiapan sarana dan prasarana pengelolaan. Regulasi turunan ini adalah aturan mengikat yang menjadi petunjuk teknis pengelolaan FABA. Dalam hal ini termasuk penyimpanan oleh PLTU penghasil FABA di lokasi FABA dihasilkan dan pengangkutan FABA menuju tempat pembuangan atau fasilitas *recycling*.

Instrumen pelengkap lain yang diperlukan adalah *best practice* metode pemanfaatan FABA yang disarankan. Salah satu argumen yang mendukung dikeluarkannya FABA dari kategori limbah B3 menjadi limbah non B3 terdaftar berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 adalah potensi pemanfaatan FABA. Secara umum *fly ash* dapat dikelompokkan menjadi 2 kategori yaitu kelas C dan kelas F. Di Indonesia sendiri jenis *fly ash* dikategorikan kedalam kelas F yaitu FABA yang dihasilkan dari pembakaran antrasit atau bitumen batubara (Ekaputri et al., 2015). *Fly ash* pada kelas F memiliki kandungan alumina dan silika yang lebih tinggi sehingga cocok untuk dijadikan bahan tambahan semen portland ataupun produk konstruksi yang lain seperti batako dan *paving block*. Terlepas dari rencana pemanfaatan limbah FABA sebagai bahan tambahan pada produk konstruksi, penelitian menunjukkan potensi pengolahan FABA lainnya yang mendukung konsep *circular economy*. Seperti disebutkan sebelumnya, FABA tipe F di Indonesia memiliki kandungan silika yang tinggi. Silika sendiri secara luas digunakan sebagai material dalam pembuatan bahan semi-konduktor dan industri kaca. Proses *recovery* silika salah satunya dengan menggunakan metode pelindian dengan alkali dan karbonasi yang mampu menghasilkan silika >98.5% dari limbah *fly ash* (Jinguo et al., 2011). Selain itu beberapa penelitian juga menunjukkan potensi FABA sebagai *adsorbent* untuk pengolahan air limbah dan emisi udara. Penelitian tersebut diantaranya untuk eliminasi fosfor di air limbah (Zhou et al., 2019) dan eliminasi sulfur dioksida dari emisi udara PLTU (Rathnayake et al., 2018). Penelitian-penelitian

ini menunjukkan potensi pemanfaatan FABA yang lebih beragam dengan nilai ekonomi dan kegunaan yang berbeda-beda. Menilik besarnya timbulan FABA yang dihasilkan secara nasional pertahun (~11 juta ton), maka penting bagi pemerintah untuk menetapkan standar minimal persentase pemanfaatan yang harus dipenuhi oleh PLTU penghasil FABA. Selain itu untuk mendukung pemanfaatan FABA secara lebih luas, penyusun merasa pentingnya pelibatan institusi pendidikan tinggi untuk penelitian teknologi dan metode pemanfaatan FABA.

Hal lain yang patut dirumuskan oleh pemerintah adalah persyaratan teknis terkait tempat pemrosesan akhir / *landfill* FABA. Pembuangan FABA ke *landfill* adalah faktor yang tidak dapat dianulir dari adanya kebijakan FABA sebagai limbah non B3. Menilik besarnya tonase yang dihasilkan dari limbah FABA, penyusun melihat adanya potensi FABA yang tidak termanfaatkan. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Pasal 453, limbah non B3 terdaftar dilarang untuk ditimbun di fasilitas tempat pemrosesan akhir / *landfill* domestik. Pasal 466 pada peraturan yang sama juga mensyaratkan desain konstruksi, tata cara penimbunan, pemantauan lingkungan, dan perincian penutupan fasilitas *landfill* limbah non B3. Penyusun merasa pentingnya perumusan pasal ini secara terperinci melalui dokumen teknis terkait *landfill* khusus limbah non B3. Amerika Serikat yang lebih dahulu mengkategorikan FABA sebagai limbah non B3 nyatanya masih mengalami permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh limbah sisa pembakaran batubara dari PLTU yang tidak mampu dimanfaatkan kembali. Melalui regulasi yang diterbitkan pada tahun 2014 oleh USEPA (*U.S Environmental Protection Agency*) terkait pembuangan FABA (Cod 40 C.F.R 257 Part D), standar nasional terkait *landfill* limbah FABA harus memenuhi persyaratan lokasi, desain teknis, monitoring dan perbaikan, dan penutupan *landfill*. *Landfill* FABA terpisah ini lah yang sampai saat ini belum tersedia di Indonesia, mengingat selama ini FABA diangkut dan disimpan di *landfill* limbah B3. Berkaca dari USEPA *standard* maka setidaknya *landfill* khusus FABA setidaknya harus dibangun jauh dari lokasi air tanah dangkal dan memiliki lapisan *liner* untuk mencegah pelindian. Fasilitas ini juga harus memiliki rencana penutupan dan rehabilitasi pasca penggunaan. Diharapkan dengan terpenuhinya aspek-aspek pendukung tersebut, pengelolaan FABA dapat dilakukan dengan mengedepankan perlindungan lingkungan

Rekomendasi dan penutup

Policy brief ini disusun untuk menyikapi pergantian status limbah FABA dari industri PLTU dari limbah B3 menjadi limbah non B3 terdaftar. Penyusun menilai dampak positif dari keputusan ini dapat dimaksimalkan dengan dilengkapinya beberapa instrumen tambahan, diantaranya:

1. Dibuatnya aturan penjelas (petunjuk pelaksanaan dan petunjuk teknis) terkait pengelolaan FABA sebagai limbah non B3 terdaftar yang mencakup tata cara penyimpanan, pengangkutan, pemanfaatan, pembuangan, serta pengujian berkala.

2. Dibuatnya data inventarisasi nasional yang dapat diakses publik terkait karakteristik dan neraca limbah FABA yang dihasilkan dari seluruh PLTU di Indonesia berikut rencana pemanfaatannya. Data ini menunjukkan update berkala karakteristik FABA yang mencakup setidaknya karakteristik geofisika (porositas dan potensi pelindian) dan kimia (jejak logam berat). Bila memungkinkan juga mencakup komposisi mineral.
3. Dibangunnya sistem pengangkutan dan pembuangan limbah FABA yang tidak terolah dengan *landfill* terpisah–tidak menyatu dengan limbah domestik. *Landfill* ini dilengkapi dengan standar minimum yang disusun dengan mempertimbangkan potensi pelindian terhadap tanah dan air tanah.
4. Pemerintah menetapkan standar minimal persentase pemanfaatan ulang FABA yang harus dipenuhi oleh PLTU. Dalam hal ini beberapa negara maju seperti Belanda menetapkan 100% *recycling and no landfilling*.
5. PLTU sebagai penghasil limbah FABA dapat mengembangkan rencana nasional pemanfaatan FABA melalui penelitian yang bekerja sama dengan akademisi dan institusi pendidikan tinggi. Pengembangan ini hendaknya memprioritaskan *up-recycling* untuk menaikkan nilai ekonomi limbah.
6. Tidak sepenuhnya menganulir kemungkinan perubahan karakteristik FABA yang dapat mengandung jejak logam berat. Selain itu secara berkala menguji dampak lingkungan yang ditimbulkan dari FABA tidak terolah yang dibuang ke *landfill* terutama terhadap tanah dan air tanah.

Rekomendasi ini diharapkan dapat memastikan tidak adanya pencemaran lingkungan yang ditimbulkan dari pengelolaan FABA yang kini dapat dimanfaatkan sebagai limbah non B3. Penyusun meyakini dampak positif pemanfaatan FABA hanya dapat dicapai dengan kesiapan peraturan, infrastruktur pendukung, dan penelitian terintegrasi.

Referensi

- Colangelo, F., Cioffi, R., Montagnaro, F., & Santoro, L. (2012). Soluble salt removal from MSWI fly ash and its stabilization for safer disposal and recovery as road basement material. *Waste Management*, 32(6), 1179-1185.
- Ekaputri, J. J., Ulum, M. B., Bayuaji, R., Susanto, T. E., & Al Bakri Abdullah, M. M. (2015). A comprehensive characterization and determination of fly ashes in Indonesia using different methods. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 754, pp. 320-325). Trans Tech Publications Ltd.
- Jinguo, Q., & Songqing, G. (2011). Process for recovery of silica followed by alumina from coal fly ash. *U.S. Patent No. 7,871,583*. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office
- Rathnayake, M., Julnipitawong, P., Tangtermsirikul, S., & Toochinda, P. (2018). Utilization of coal fly ash and bottom ash as solid sorbents for sulfur dioxide reduction from coal fired power plant: Life cycle assessment and applications. *Journal of cleaner production*, 202, 934-945.

- Senapati, M. R. (2011). Fly ash from thermal power plants-waste management and overview. *Current science*, 1791-1794.
- Surhayati, Pambudi, S.M., Wibowo, J.L., Pratiwi, N.I. (2019). Indonesia Energy Outlook. Secretariat General National Energy Council: Jakarta.
- Tikalsky, P. J., Huffman, M. V., Butler, W. B., Jensen, J. S., Popovics, S., Call, B. M., ... & Patzias, T. (1996). Use of fly ash in concrete. *ACI Committee*, 232.
- Zhou, H., Bhattarai, R., Li, Y., Li, S., & Fan, Y. (2019). Utilization of coal fly and bottom ash pellet for phosphorus adsorption: Sustainable management and evaluation. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 372-380.
- Zucha, W., Weibel, G., Wolffers, M., & Eggenberger, U. (2020). Inventory of MSWI Fly Ash in Switzerland: Heavy Metal Recovery Potential and Their Properties for Acid Leaching. *Processes*, 8(12), 1668.