

Transformasi Transisi PLTU: Menakar Potensi Co-firing Menuju Pemanfaatan Sampah Menjadi Listrik (*Waste-to-Energy* di Indonesia)

Ringkasan

Transisi energi Indonesia menghadapi dilema antara komitmen iklim untuk memensiunkan 20 PLTU dan ketergantungan tinggi pada batu bara yang masih menyumbang 61% dari bauran listrik nasional dan diproyeksikan 38% pada 2030. Ketergantungan ini memperlambat dekarbonisasi, terlebih dengan diberlakukannya Permen ESDM No. 10/2025 yang menjadikan pendanaan eksternal sebagai prasyarat utama pensiun dini PLTU. Untuk mengatasi hambatan ini, diperlukan strategi transisi terintegrasi melalui dua pendekatan utama: pertama, optimalisasi *co-firing* batu bara dengan *Refuse-Derived Fuel* (RDF) dari sampah perkotaan yang mampu menurunkan emisi SO₂ hingga 34% tanpa mengganggu stabilitas operasi; kedua, percepatan pengembangan *Waste-to-Energy* (PLTSa) sebagai solusi pengelolaan limbah dan energi terbarukan sebagaimana berhasil diterapkan di Singapura. Rekomendasi kebijakan meliputi revisi segera Permen ESDM No. 10/2025 untuk menghapus syarat pendanaan eksternal, integrasi kebijakan energi dan pengelolaan sampah secara nasional, serta penerapan skema *blended finance* dengan jaminan harga listrik tetap USD 0,20/kWh guna menarik investasi. Dekarbonisasi melalui pendekatan ini akan mempercepat transisi energi bersih sekaligus mengurangi dampak kesehatan akibat polusi udara dan memperkuat ketahanan energi nasional.

Kata kunci: Transisi Energi, Pensiun Dini PLTU, *Waste-to-Energy*, *Co-Firing*, Regulasi Pendanaan.

Pendahuluan

Agenda Pensiun Dini 20 PLTU: Antara Komitmen Iklim dan Realitas Ketergantungan Fosil

Agenda pensiun dini 20 PLTU merupakan langkah strategis Indonesia untuk mencapai target *Enhanced NDC* 2022, yakni penurunan emisi 31,89% secara mandiri dan 43,20% dengan dukungan internasional pada 2030. Melalui skema *Energy Transition Mechanism* (ETM) dan dukungan pendanaan *Just Energy Transition Partnership* (JETP), kebijakan ini ditujukan menurunkan emisi hingga 290 juta ton CO₂ pada 2030. Namun, implementasinya masih menghadapi tantangan besar, terutama dominasi batu bara yang mencapai 61% dalam bauran listrik nasional dan kontrak *take-or-pay* antara PLN dan IPP yang menimbulkan risiko finansial saat PLTU dipensiunkan lebih cepat. Dengan kebutuhan pendanaan mencapai US\$4,6 miliar hingga 2030, sinergi antara pembiayaan

publik, swasta, dan internasional menjadi krusial. Meski demikian, studi IESR dan CREA (2023) menunjukkan bahwa penghentian PLTU hingga 2040 dapat mencegah 180.000 kematian akibat polusi udara serta menghemat biaya kesehatan hingga US\$100 miliar, menegaskan bahwa pensiun dini PLTU bukan sekadar kebijakan iklim, tetapi juga investasi jangka panjang bagi kesehatan masyarakat dan transformasi menuju ekonomi rendah karbon.

Co-firing sebagai Jalan Tengah: Potensi, Tantangan, dan Arah Perkembangannya

Co-firing di PLTU batubara menjadi solusi transisi energi jangka menengah yang memungkinkan penurunan emisi tanpa pembangunan pembangkit baru. Potensi biomassa nasional seperti sekam padi, cangkang dan tandan kosong sawit, serta limbah organik dinilai mampu mendukung *co-firing* dan membantu pencapaian

target energi terbarukan (ESDM 2022). Penelitian menunjukkan bahwa penerapan *co-firing* 5% biomassa dapat menurunkan emisi SO₂ hingga 34% dengan kenaikan biaya pembangkitan yang sangat kecil dan potensi penghindaran emisi mencapai 323.749 tCO₂e per tahun (Arifin *et al.* 2023). Namun, tantangan utama terletak pada pasokan biomassa yang belum stabil secara spasial dan musiman, serta risiko konversi lahan akibat penggunaan sumber non-limbah. Alternatifnya, pemanfaatan *Refuse-Derived Fuel* (RDF) dari sampah perkotaan seperti di TPST Bantargebang yang memproduksi sekitar 700 ton per hari dengan nilai kalor tinggi, menunjukkan potensi besar untuk diversifikasi bahan bakar. Dengan penguatan rantai pasok dan standarisasi kualitas biomassa, *co-firing* tetap menjadi “jalan tengah” yang realistis dalam percepatan transisi energi menuju sistem ketenagalistrikan rendah karbon di Indonesia.

Waste-to-Energy: Arah Baru Pengelolaan Energi dan Limbah Nasional

Waste-to-Energy (WTE) atau Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) menawarkan solusi terintegrasi untuk mengelola limbah sekaligus mendukung transisi energi bersih dengan memanfaatkan prinsip kerja mirip PLTU batu bara, yaitu membakar sampah terpilah pada suhu tinggi untuk menghasilkan uap dan listrik (Tchobanoglous *et al.* 2009). Keberhasilan Singapura melalui fasilitas seperti Senoko dan Tuas *South* menunjukkan efektivitas model ini dalam mengurangi volume sampah hingga 90% dan meminimalkan kebutuhan lahan melalui pembuangan residu ke *Landfill* Semakau (NEA 2021). Untuk mengadaptasi model tersebut, Indonesia perlu memperkuat implementasi *co-firing* RDF di PLTU eksisting serta mengembangkan skema *Public-Private Partnership* (PPP) dengan dukungan *feed-in tariff* yang menarik dan kontrak *take-or-pay* yang stabil. Pendekatan ini dapat mempercepat investasi sektor swasta sekaligus menjadikan WTE sebagai pilar utama dekarbonisasi dan pengelolaan limbah nasional yang berkelanjutan.

Rekomendasi

Revisi Permen ESDM No. 10/2025 untuk Menghapus Frasa “Dukungan Pendanaan” sebagai Syarat Pensiun Dini

Pencapaian target *Net Zero Emission* (NZE) Indonesia terhambat oleh Permen ESDM No. 10/2025 yang mensyaratkan “Dukungan Pendanaan” eksternal sebagai prasyarat pensiun dini PLTU, sehingga menimbulkan ketergantungan pada pendanaan internasional yang tidak pasti dan memperlambat dekarbonisasi. Langkah awal yang diperlukan adalah merevisi regulasi tersebut dengan menghapus frasa “Dukungan Pendanaan” dan menggantinya dengan kriteria domestik seperti kelayakan teknis PLTU, ketersediaan energi terbarukan pengganti, dan kemampuan pembiayaan internal. Selanjutnya, pemerintah perlu memperkuat mekanisme pendanaan domestik melalui penerbitan *Green Bond* atau *Energy Transition Mechanism Bond* oleh PLN atau BUMN terkait untuk melunasi pinjaman PLTU yang dipensiunkan. Secara paralel, diperlukan sinkronisasi antar instansi melalui pembentukan Tim Kerja Transisi Energi Nasional yang melibatkan Kementerian ESDM, Keuangan, BAPPENAS, dan PLN untuk memastikan alokasi dana diarahkan pada pembangunan infrastruktur energi terbarukan, termasuk proyek PLTS dan WTE/PLTSa, guna menjaga stabilitas sistem kelistrikan nasional.

Optimalisasi Program Co-firing PLTU Melalui Pemanfaatan Refuse Derived Fuel (RDF) dari Sampah Perkotaan

Sebagian besar sampah di Indonesia masih berakhir di TPA yang telah melebihi kapasitas dan menimbulkan pencemaran lingkungan, sementara kebutuhan energi terus meningkat dan ketergantungan pada bahan bakar fosil memperparah emisi gas rumah kaca. Untuk menjawab tantangan ini, pengembangan *Refuse Derived Fuel* (RDF) dari sampah perkotaan menjadi solusi potensial yang dapat diintegrasikan melalui teknologi *co-firing* di PLTU (Jamilatun *et al.* 2023). Teknologi ini memungkinkan pembakaran RDF atau

biomassa bersama batubara, sehingga efisien dalam mengurangi emisi dan memperluas pemanfaatan energi terbarukan. RDF dapat dibuat dari berbagai jenis sampah seperti rumah tangga, komersial, industri non-berbahaya, konstruksi, plastik, kertas, tekstil, kayu, hingga lumpur pengolahan limbah. Penerapannya telah menunjukkan hasil positif di beberapa PLTU, seperti Jeranjang 150 MW, Barru 100 MW, dan Angrek 56 MW yang telah beroperasi secara komersial. PLN kini berupaya memperluas program *co-firing* dan meningkatkan produksi serta pemanfaatan RDF di berbagai daerah sebagai langkah strategis menuju sistem energi yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Integrasi Kebijakan Energi (ESDM) dan Pengelolaan Sampah (KLHK)

Integrasi kebijakan antara Kementerian ESDM dan KLHK sangat penting untuk mengatasi dualisme kebijakan dalam pengelolaan energi dan sampah. Saat ini, sektor energi berfokus pada bauran energi dan dekarbonisasi (UU No. 30/2007), sedangkan sektor persampahan menitikberatkan pada pengurangan dan pengelolaan sampah (UU No. 18/2008). Akibatnya, *waste-to-energy* (WtE) belum menjadi prioritas bersama, sehingga potensi listrik sebesar 2.066 MW belum dimanfaatkan secara optimal (Romianingsih, 2023). Integrasi terkait perencanaan nasional sangat diperlukan dengan memasukkan sampah ke dalam RUEN dan RUPTL, serta mengaitkan energi dari WtE dalam kebijakan pengelolaan sampah daerah. Integrasi regulasi juga perlu dilakukan melalui standarisasi *Refuse-Derived Fuel* (RDF), pengakuan sampah sebagai sumber energi, serta sinkronisasi aturan KLHK dan ESDM untuk menghapus konflik regulasi yang menghambat investasi. Pada tingkat daerah, pemerintah perlu berperan sebagai penyedia bahan baku dan pengelola TPA dengan dukungan proyek percontohan, insentif, serta pelatihan dan edukasi masyarakat guna mempercepat adopsi teknologi WtE yang sesuai kondisi lokal.

Percepat Investasi Waste-to-Energy Melalui Skema Pendanaan Campuran (*Blended Finance*)

Transisi energi dari PLTU menuju pemanfaatan sampah menjadi listrik (*Waste-to-Energy/WtE*) menghadapi hambatan utama berupa tingginya biaya investasi dan risiko finansial yang menghambat partisipasi swasta maupun internasional. Untuk mengatasinya, BP Danantara perlu diposisikan sebagai *institutional anchor* utama yang berperan sebagai agregator dana nasional guna memperkuat posisi tawar Indonesia di hadapan investor global, seperti yang berhasil diterapkan dalam skema *blended finance* senilai US\$600 juta untuk energi bersih (World Bank 2025). Model *blended finance* ini menggabungkan dana publik, investasi swasta, dan dukungan internasional dari lembaga keuangan pembangunan (DFI) dengan fokus pada *de-risking* melalui jaminan kredit dan penurunan biaya modal, sebagaimana dibuktikan pada proyek pengolahan sampah Nambo (Asa 2025). BPD LH dapat berperan menyalurkan dana bersama mitra seperti UNDP untuk memperkuat mekanisme pendanaan hijau. Selanjutnya, kebijakan harga tetap US\$0,20/kWh sebagaimana diatur dalam Perpres No. 109/2025 perlu diterapkan konsisten oleh PLN untuk menjamin kepastian pendapatan investor.

Daftar Pustaka

- Arifin Z, Insani VFS, Idris M, Hadiyati KR, Anugia Z, Irianti D. 2023. Techno-economic analysis of co-firing for pulverized coal boilers power plant in Indonesia. *International Journal of Renewable Energy Development*. 12(2):261-269. doi: <https://doi.org/10.14710/ijred.2023.48102>
- Asa SP. 2025. Blended finance for impact: financing the Nambo waste treatment facility through innovative infrastructure finance scheme. *Jurnal sosial dan sains*. 5(8):3326-3342. doi:10.59188/jurnalsosains.v5i8.32436.

- [IESR] Institute for Essential Services Reform. 2023. *Indonesia Energy Transition Outlook 2023; Tracking Progress of Energy Transition in Indonesia: Pursuing Energy Security in the Time of Transition*. Jakarta: IESR.
- Jamilatun S, Pitoyo J, Setyawan M. 2023. Technical, economic, and environmental review of waste to energy technologies from municipal solid waste. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 21(3):581-593. <https://doi.org/10.14710/jil.21.3.581-593>.
- Kementerian ESDM 2022: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2022. *Akselerasi Transisi Energi, Co-firing Biomassa di PLTU Jadi Teknologi Pilihan*. Jakarta.
- [NEA] National Environment Agency Singapore. 2021. *Waste Management: Overview of Waste-to-Energy Facilities and Semakau Landfill*. Singapore: NEA Publication.
- [RI] Republik Indonesia. 2007. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi. Jakarta (ID): Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- [RI] Republik Indonesia. 2008. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Jakarta (ID): Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Tchobanoglous G, Theisen H, Vigil SA. 2009. *Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. New York: McGraw Hill.
- World Bank. 2025. *World Bank approves investments to boost Indonesia's economic growth and access to clean energy* [press release]. Diakses pada 3 Desember 2025 dari <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025/06/16/-world-bank-approves-investments-to-boost-indonesia-s-economic-growth-and-access-to-clean-energy>
-

Biografi Penulis

Nayla Az-Zahra, merupakan mahasiswa Program Studi Sarjana Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University

(Corresponding Author)

Email : naylanyzz2005@gmail.com

Kahla Zahrana Ganjar, merupakan mahasiswa Program Studi Sarjana Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University

Nanda Alifya Nuraini Putri, merupakan mahasiswa Program Studi Sarjana Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University

Abdurrahman Naufan ArRaihan, merupakan mahasiswa Program Studi Sarjana Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University

Abrar Almahi Hotma Osman, merupakan mahasiswa Program Studi Sarjana Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University

Dosen Pendamping

Dr. Kastana Sapanli, S.Pi, M.Si, merupakan dosen Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University.