



GREAT Institute
GREAT THINKING, GREAT NATION

POLICY RESEARCH | JUNI 2026

MINIMIZING RISK, LOWERING UNCERTAINTY:

Accelerating Waste-to-Energy In Indonesia

REVANKA MULYA, SALSA SAHBANI, SYARIFAH AMELIA, DWI SAWUNG





GREAT Institute
GREAT THINKING, GREAT NATION

Policy Research

Minimizing Risk, Lowering Uncertainty:

Accelerating Waste-to-Energy In Indonesia



GREAT Institute
GREAT THINKING, GREAT NATION

Policy Research

Minimizing Risk, Lowering Uncertainty:

ACCELERATING WASTE-TO-ENERGY IN INDONESIA

@All Rights Reserved

Tim Penulis:

Revanka Mulya

Salsa Sahbani

Syarifah Amelia

Dwi Sawung

Editor:

Alyssa Keisha Andirani

GREAT Institute

Jalan Taman Gunawarman Timur No.15, Jakarta Selatan 12110.

Diterbitkan di Jakarta, Juni 2026

Daftar Isi

Executive Summary5

Latar Belakang9

 Permasalahan Sampah yang Semakin Darurat9

 Emisi Gas Rumah Kaca dan Permasalahan Energi
 yang Menghantui12

Waste-to-Energy: Solusi Praktis Menghadapi Masalah
 Energi dan Sampah15

**Analisa Masalah: Mengapa Vietnam Berhasil
dan Indonesia Terhambat?**17

 Kondisi Eksisting *WtE* Vietnam dan *WtE* Indonesia17

 Faktor-Faktor Keberhasilan Implementasi *WtE* di Vietnam 19

 Faktor 1: *Waste-to-Energy* Menjadi Infrastruktur Energi
 Strategis Lewat Kebijakan Energi-Teknologi Berorientasi Misi ..20

 Faktor 2: Tata Kelola Persampahan yang Baik
 Menghasilkan *Feedstock* yang Lebih Berkualitas24

 Faktor 3: Ketepatan Teknologi31

 Faktor 4: Komitmen Transisi Energi dan *Political Will*
 yang Kuat dan Diplomasi Teknologi yang Tepat.36

Bottleneck Kelambatan dan Besarnya Biaya Modal

Waste-to-Energy di Indonesia40

 Faktor 1: Tingkat Kestrategisan WtE yang Masih Rendah
 dan Kurang Terarah41

 Faktor 2: *Feedstock* yang tidak pasti41

 Faktor 3: *Technological Mismatch* dan rendahnya
 kapasitas dalam negeri42

 Faktor 4: *Political Will* yang rendah.....43

Rekomendasi Kebijakan43

 Misi 1: Memperkuat Produk Hukum dan Meningkatkan
 Political Will Terhadap Komitmen Transisi Energi.....43

 Misi 2: Pengintegrasian *Waste-to-Energy* dalam Kebijakan
 dan Tata Kelola Persampahan Daerah44

 Misi 3: *Objective and Technology Specific Incentive*45

Lampiran46

Referensi55

Executive Summary

Permasalahan sampah di Indonesia saat ini menerima perhatian publik karena dinilai mengkhawatirkan. Masalah sampah ini juga disertai dengan urgensi transisi energi yang sangat mendesak agar Indonesia dapat memenuhi komitmen dekarbonisasi untuk mencapai target *Net Zero Emission* (NZE) pada tahun 2060. Di sisi lain, Presiden Prabowo Subianto dan Menteri Lingkungan Hidup, Juhar Hidayat menargetkan Indonesia terbebas dari permasalahan sampah pada tahun 2029 dengan pengelolaan sampah mencapai 100% pada tahun 2028. Diperlukan solusi integratif dan strategis yang mampu menangani kedua permasalahan tersebut secara bersamaan, yakni dengan mengubah sampah menjadi sumber energi pembangkit listrik (Waste-to-Energy/WtE).

Berdasarkan hasil studi, pemanfaatan WtE telah terbukti dapat memberikan dampak baik dan merubah manajemen pengelolaan sampah. Salah satu negara di Asia yang sudah mengimplementasikan program tersebut adalah Vietnam. Vietnam menunjukkan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Can Tho, Vietnam telah berhasil mengelola 70% sampahnya sendiri dan menghasilkan 60 juta kWh listrik serta mengurangi ketergantungan penggunaan TPS. Pada 2026, Vietnam jauh lebih unggul dalam implementasi WtE dibandingkan Indonesia.

Sedangkan di Indonesia sendiri, implementasi WtE masih terhambat. Disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya:

FAKTOR #1: Tingkat Kestrategisan WtE yang Masih Rendah dan Kurang Terarah

Dibandingkan dengan Vietnam, WtE di Indonesia masih jauh dari strategis. Vietnam benar-benar memberi dukungan terhadap implementasi WtE dengan serangkaian kebijakan pendukung. Sementara itu, kebijakan WtE di Indonesia masih terfokus pada aspek perizinan, mekanisme dan teknis penyelenggaraan, perjanjian kerja sama serta belum memiliki arah yang jelas dan terukur. Hal ini terbatas karena WtE hanya diatur sebatas dalam Perpres dan tidak terintegrasi dengan aspek lainnya.

FAKTOR #2: *Feedstock* yang tidak pasti

Keberhasilan WtE sangat bergantung pada *feedstock* sebagai bahan baku utama dalam pengkonversian energi. Dalam implementasi WtE,

sampah dengan kadar air yang tinggi, rendahnya cakupan pengelolaan, rendahnya nilai kalor, dan pemilahan sampah dari sumber yang belum optimal dapat menambah biaya tambahan pada desain pembangkit. Sehingga, *feedstock* WtE tidak terjamin secara kestabilan, konsentrasi dan *sustainability*. Keadaan ini menyebabkan terjadinya *waste supply risk*.

Dengan jaminan *feedstock* yang tidak pasti, pembangunan WtE dapat terhambat dan berpotensi meningkatkan biaya modal yang lebih tinggi. Padahal, pembangunan WtE tidak perlu dibangun di setiap daerah.

FAKTOR #3: *Technological Mismatch* dan rendahnya kapasitas dalam negeri

Waste-to-Energy merupakan proyek yang sangat *technological heavy* dan tidak bisa menggunakan pendekatan *one-fit-for-all* (Lu, et al., 2025). Kedua PLTSa yang telah beroperasi saat ini tidak berhasil memenuhi potensinya disebabkan ketidakcocokannya dengan karakteristik sampah daerah tersebut dan mengakibatkan rendahnya efisiensi serta meningkatkan biaya operasional.

Kompleksitas pemilihan teknologi dan desain WtE yang tepat ditambah (Farooq, et al., 2021) dengan masih kekurangan dalam pengetahuan dan kapasitas dalam WtE (Tun, et al., 2020) merupakan salah satu kesulitan risiko yang menyisakan risiko berupa *technological mismatch risk*. Maka dari itu, penting sekali untuk melibatkan ahli/akademisi dan institusi riset dalam penyusunan kebijakan dan pemilihan teknologi yang sesuai dengan karakteristik sampah Indonesia serta menjadikan pengembangan SDM sebagai salah satu misi dalam kebijakan WtE.

FAKTOR #4: *Political Will* yang rendah

Di luar perbedaan sistem politik, besarnya komitmen Vietnam untuk melakukan transisi energi yang dibuktikan melalui produk-produk hukumnya dan rencana nol bauran energi dari batubara serta besarnya peran pemerintah Vietnam dalam bekerja sama dengan sektor privat dalam pembangunan ekonomi dan mitigasi perubahan iklim telah berhasil menstimulus masuknya pendanaan dan investasi hijau.

Indonesia sendiri dihadapi dengan tatanan politik yang jauh berbeda dengan Vietnam, yaitu rendahnya *political will* dari Pemerintah Daerah dan masih adanya PLTU dalam bauran energinya (dengan teknologi atau pembakaran yang lebih rendah emisi) semakin menurunkan minat terhadap WtE, mengingat PLTU tetap menjadi *least cost option*.

Akibatnya, implementasi WtE di Indonesia menghadapi *offtake risk*. Terlebih lagi dengan kondisi *oversupply* listrik di Jawa-Madura-Bali (Jamali), keharusan penyesuaian kembali RUPTL, dan hanya sebatas ditugaskan, membuat PLN tidak memiliki alasan yang kuat untuk membeli listrik produksi WtE.

Rekomendasi Kebijakan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, GREAT Institute merekomendasikan untuk menjadikan **waste-to-energy sebagai infrastruktur energi strategis dan menerapkan kebijakan yang berorientasi misi, inovasi, dan teknologi** dengan misi sebagai berikut:

Misi #1: Memperkuat Produk Hukum dan Meningkatkan *Political Will* Terhadap Komitmen Transisi Energi

- Penguatan produk hukum yang dapat memaksa seluruh lapisan pemerintah menyesuaikan diri dan rencananya dengan WtE.
- Secara eksplisit masuk ke dalam bauran energi dalam peraturan yang berlaku (RUEN/D, RUKN/D, dan RUPTL).
- Perlu menunjukkan komitmen transisi energinya dan bergeser dari *business as usual* menjadi ekonomi berkelanjutan yang strategis untuk meningkatkan minat investasi hijau seperti yang dilakukan Vietnam (Urban, et al., 2018), misalnya dengan *phasing out* batubara (Do, et al., 2023) yang dapat dilakukan secara berkala dan memberi paket kebijakan dukungan implementasi WtE seperti Vietnam Prime Minister Decision 31/2014/QĐ-TTg.
- Perlu mengubah mandat PLN dengan mengubah nomenklatur “ditugaskan” dalam Perpres 109/2025 Pasal 5 ayat (2) menjadi “diwajibkan”.

Misi #2: Pengintegrasian *Waste-to-Energy* dalam Kebijakan dan Tata Kelola Persampahan Daerah

Waste-to-energy perlu diintegrasikan ke dalam tata kelola persampahan dan perencanaan pembangunan daerah. Misalnya:

- Memandatkan pemerintah daerah yang akan membangun PLTSa, baik per daerah ataupun antar daerah.
- Pemerintah pusat, misalnya lewat Kementerian Lingkungan Hidup juga dapat memetakan potensi tiap daerah dan memetakan potensi dibangunnya PLTSa, baik per daerah ataupun antar daerah.
- Mengintegrasikan kebijakan pengelolaan sampah dari hulu ke hilir. Misalnya, pembenahan tata kelola di hulu dengan pemanfaatan maggot, biopori, dan komposter pada skala rumah tangga dengan WtE di hilirnya.

Misi #3: *Objective and Technology Specific Incentive*

Kompleksitas implementasi WtE mewujudkan kebutuhan untuk mengadopsi kebijakan yang berorientasi dan inovatif yang menyasar teknologi beserta dengan kapasitasnya secara jelas, agenda inovasi, serta partisipasi ahli dan akademisi dalam agenda implementasi WtE. Dengan penerapan *framework* ini maka keterlibatan para *stakeholder* akan semakin kuat.

Dengan pengadopsian *framework* MOIP yang memiliki objektif terukur, menyasar teknologi secara spesifik berdasarkan karakteristik sampah daerah, memasukkan agenda pengembangan sumber daya manusia. Dari hal tersebut pemerintah dapat menyusun skema insentif dan kompensasi yang lebih tepat dan terukur sesuai dengan kecapaian misi serta ketepatan pengimplementasian teknologi. Lewat misi ini, diharapkan dapat menurunkan *technological mismatch risk* dan meningkatkan kapasitas tenaga kerja dalam negeri.

Latar Belakang

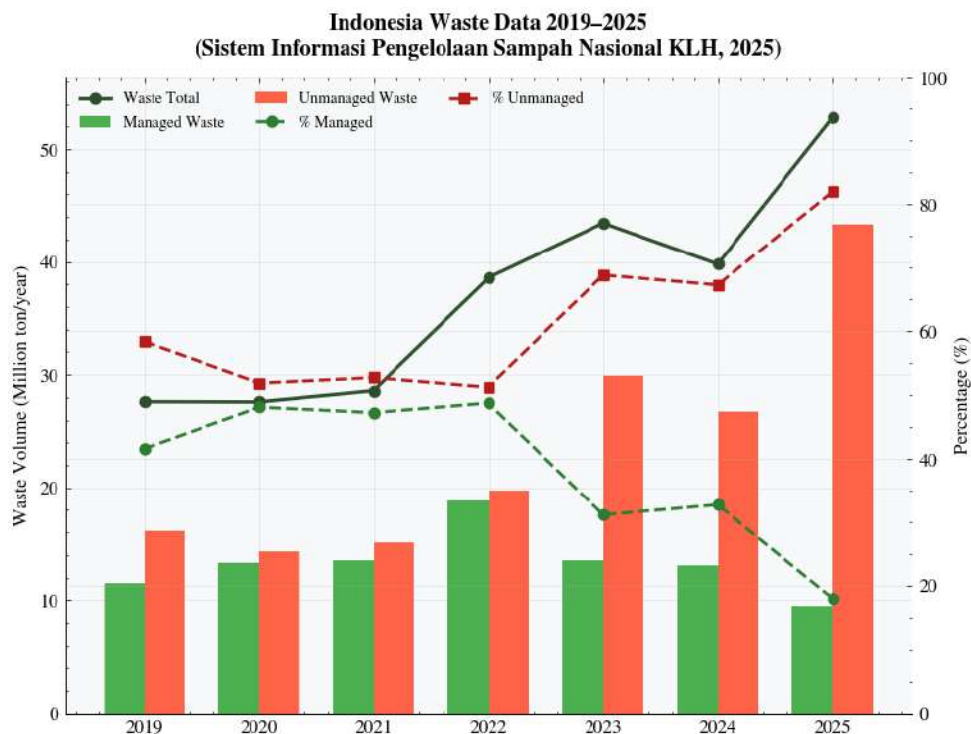
Permasalahan Sampah yang Semakin Darurat

Permasalahan sampah di Indonesia saat ini memasuki kondisi yang semakin mengkhawatirkan dan sudah mendapatkan banyak perhatian dari publik. Selama periode pemantauan dari tanggal 25 Maret 2026 hingga 12 November 2026, GREAT Institute mendapatkan informasi mengenai sampah di media sosial sekitar 108.715 unggahan dengan *engagement* mencapai 245.621.384.

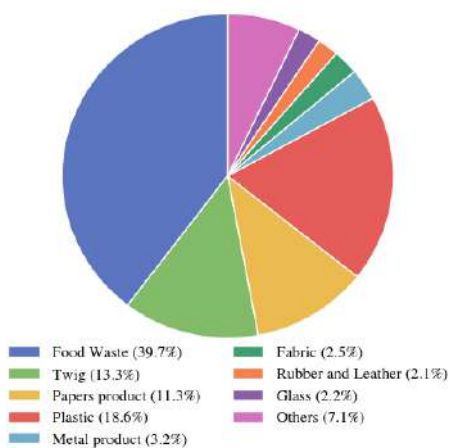
Sentimen yang diperoleh dari isu sampah menunjukkan dominasi positif mencapai sekitar 54,2% dengan media mainstream sebagai kontributor utamanya, di mana narasi yang muncul sebagian besar berasal dari pemerintah yang pembahasannya utamanya mendiskusikan tentang inovasi dalam pengelolaan sampah yang telah dilakukan pemerintah.

Sayangnya, terdapat perbedaan mencolok antara publik dengan pemerintah di mana kini banyak sentimen negatif muncul dan terus memperdebatkan isu sampah yang belum teratasi. Apa yang dibahas oleh publik dan pemerintah sangat bertolak belakang, terutama dengan pengajuan status darurat sampah oleh Pemerintah Kota Bandung baru-baru ini.

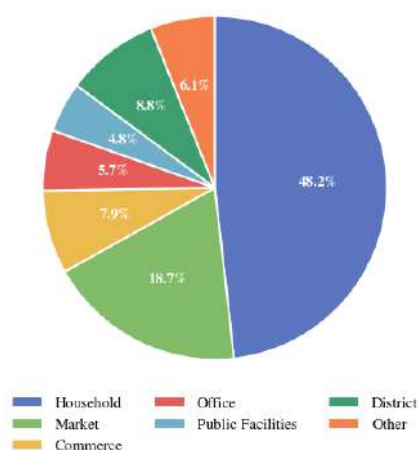
Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional Kementerian Lingkungan Hidup (2025), dari tahun 2019 hingga 2025 volume sampah Indonesia mengalami peningkatan sekitar 91.36%. Mayoritas sampah Indonesia berasal dari rumah tangga dan pasar dengan komposisi paling dominan adalah sisa makanan dan plastik (Lihat gambar 1).



Overall Waste Composition in Indonesia

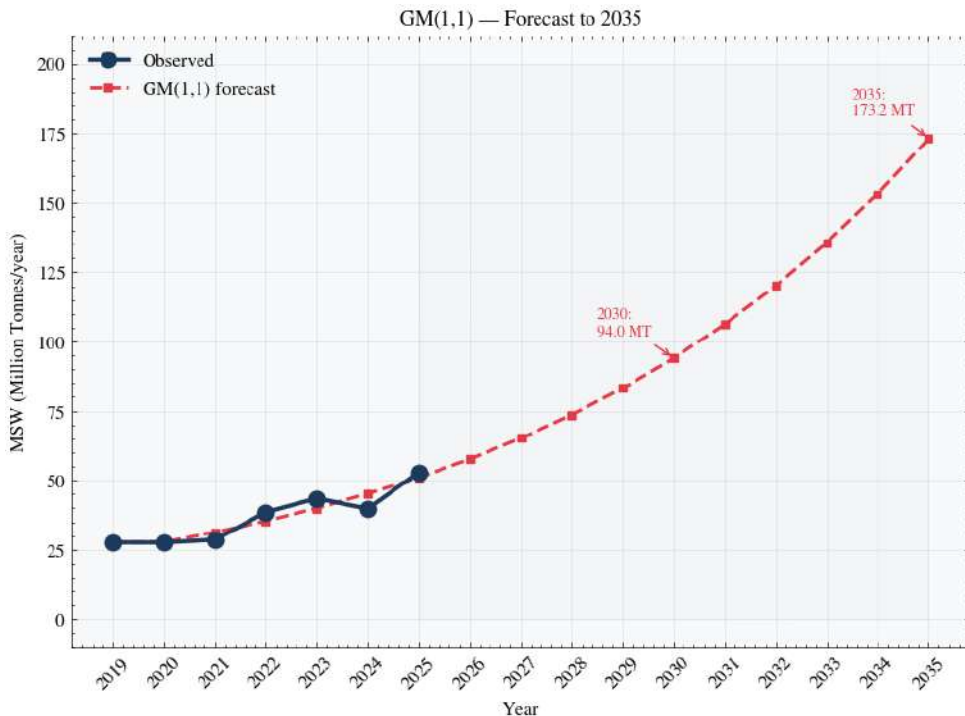


Overall Waste Source in Indonesia



Gambar 1. Data Persampahan Indonesia 2019 - 2025. (Atas) Tren Timbunan Sampah dan Persentase Sampah yang dikelola dan tidak dikelola. (Kiri bawah) Data Komposisi Sampah Indonesia. (Kanan bawah) Data sumber sampah Indonesia (Sumber: SIPSN KLH, 2025).

Asumsikan pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan PDB rumah tangga per kapita per bulan konstan dengan laju urbanisasi dan densitas populasi yang terus meningkat, maka timbulan sampah Indonesia akan mencapai 94 juta ton/tahun pada 2030 dan akan mencapai 173.2 juta ton/tahun pada 2035.

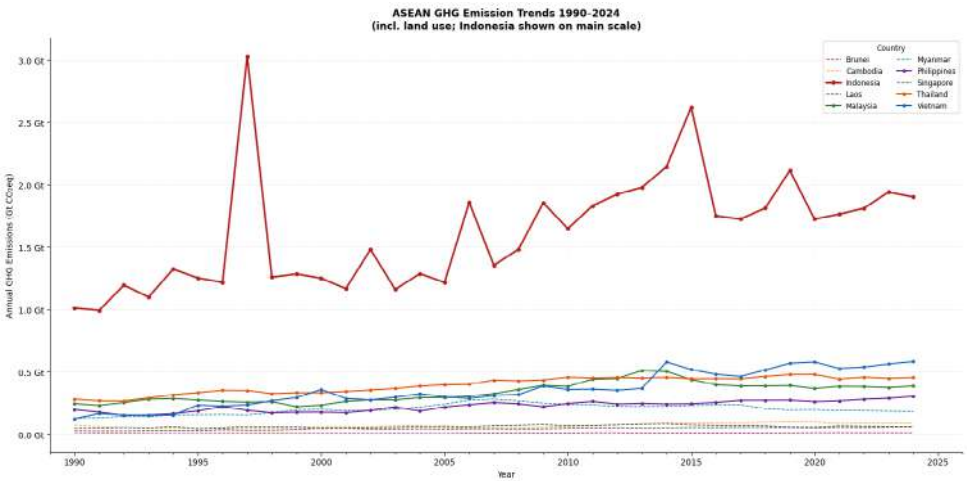


Gambar 2. Prediksi pertumbuhan timbulan sampah 2025 - 2035 menggunakan multivariate gray model (Intharathirat et al., 2015; Sumber data: SIPSN KLH (2025), World Bank World Development Indicator, BPS (2025), Worldometer (2025); Diolah oleh Desk Lingkungan GREAT Institute).

Peningkatan mulai terjadi pada tahun 2023 pasca covid-19. Namun, peningkatan tersebut tidak dibarengi dengan bertambahnya kapasitas pengelolaan sampah, sehingga meninggalkan timbulan sampah yang konsisten berada di atas 50%. Ketidakmampuan meningkatkan kapasitas pengelolaan sampah jelas menjadi salah satu tantangan bagi Indonesia di masa depan. Penumpukan sampah di tempat pembuangan sampah (TPS), baik akhir (TPA) maupun terbuka (TPST), dapat menyebabkan banyak dampak buruk terhadap lingkungan sekitar, kesehatan masyarakat, dan iklim (Adnan et al., 2021; Korai et al., 2016).

Emisi Gas Rumah Kaca dan Permasalahan Energi yang Menghantui

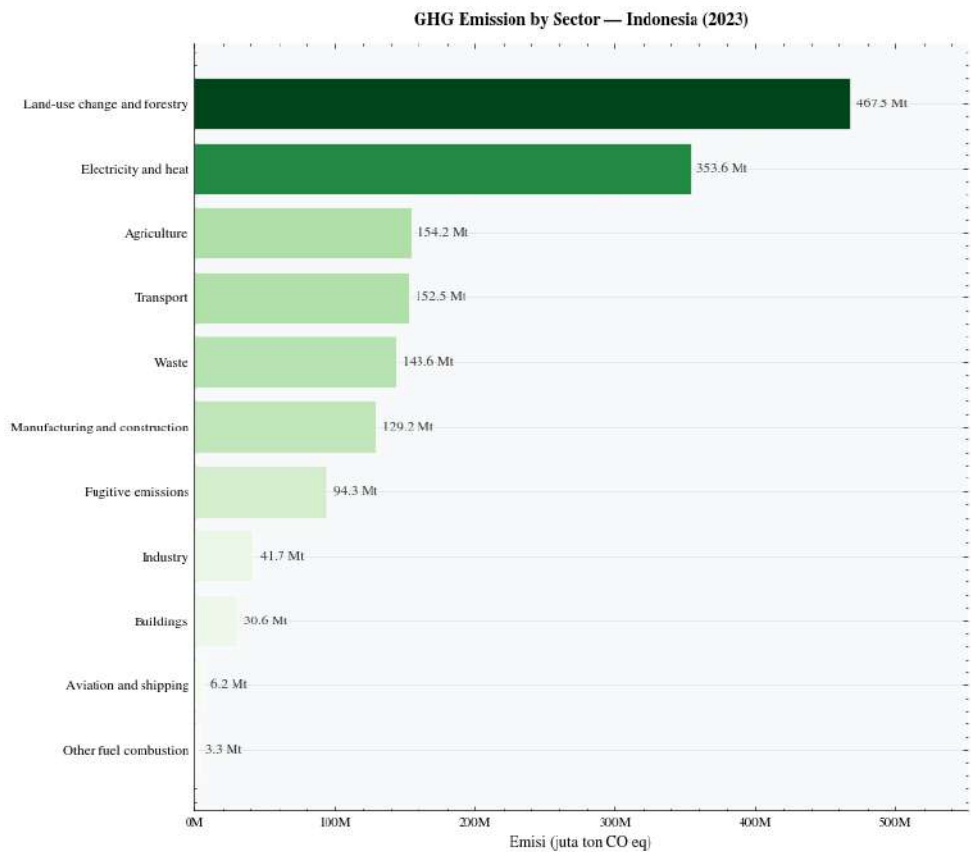
Masalah sampah ini juga diiringi dengan urgensi transisi energi yang sangat mendesak agar Indonesia dapat memenuhi komitmen dekarbonisasi (Net Zero Emission) Indonesia pada tahun 2060. Emisi gas rumah kaca Indonesia terbesar di ASEAN dan mencapai lebih dari 1.5 Gt CO₂eq, ketika yang lain masih berada dibawah 0.5 Gt CO₂eq.



Gambar 3. Perbandingan tren emisi gas rumah kaca pada negara-negara di ASEAN (Sumber: Our World in Data; Diolah oleh Desk Lingkungan GREAT Institute)

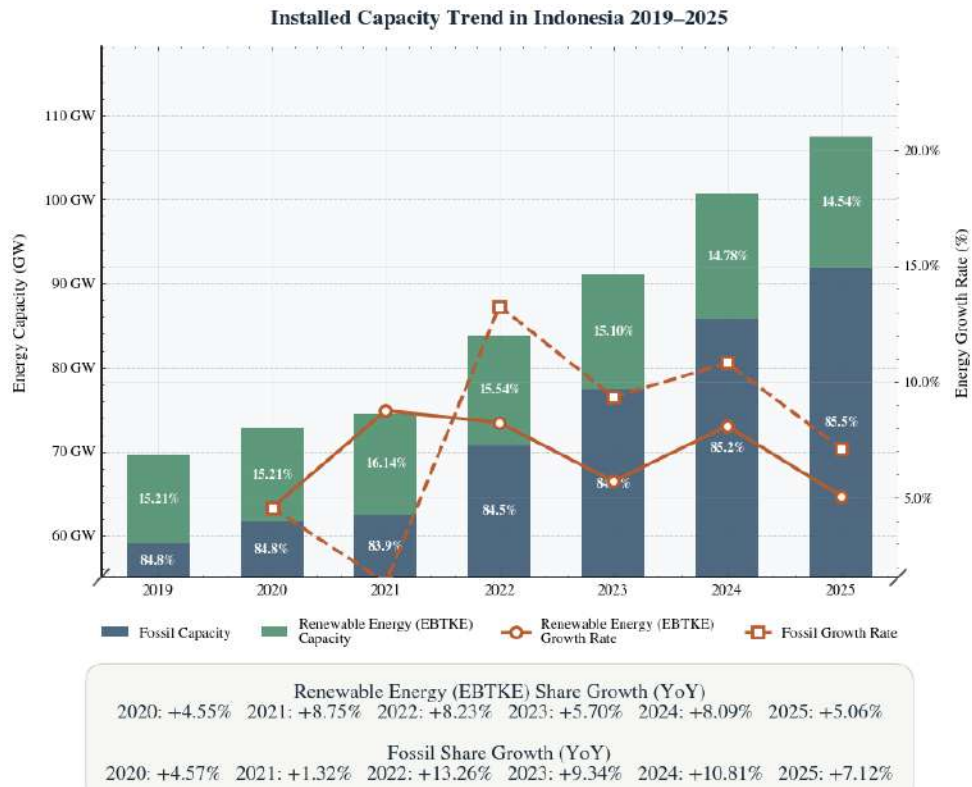
Dengan emisi gas rumah kaca per kapita mencapai 6 tCO₂eq. Sampah menjadi salah satu sumber emisi gas rumah kaca terbesar mencapai 144 Mt CO₂eq.



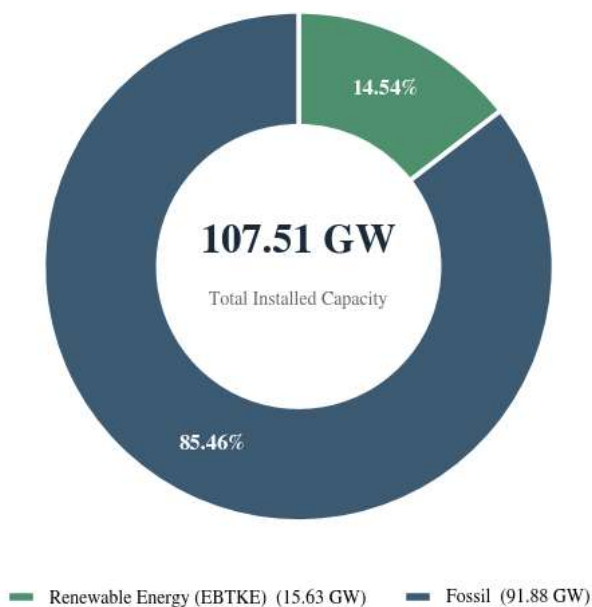


Gambar 4. Profil Emisi Indonesia 1990-2024. (Atas) Sumber emisi gas rumah kaca Indonesia 2023. (Halaman 12) Tren emisi karbon dan gas rumah kaca Indonesia 1990-2024 (Sumber: Our World in Data; Diolah oleh Desk Lingkungan GREAT Institute)

Saat ini, kapasitas terpasang pembangkit listrik Indonesia masih didominasi oleh energi fosil sebesar 85.46% yang terus mengalami peningkatan dengan nilai pertumbuhan yang lebih besar daripada EBTKE. Dalam kondisi geopolitik dan cadangan batubara dan migas Indonesia yang cukup besar, jelas energi fosil menawarkan ketahanan yang lebih menjamin.



Total Installed Capacity Energy Share in Indonesia 2025



Gambar 5. Trend (2019-2025) dan Bauran Energi (2025) pada kapasitas terpasang pembangkit listrik Indonesia (Sumber data: Laporan Kinerja Kementerian ESDM, Ditjen Gatrik, Ditjen EBTKE. Diolah oleh Desk Lingkungan GREAT Institute).

Kondisi ini tidak sejalan dengan komitmen Presiden Prabowo untuk mencapai 100% transisi energi 2035 dan akan menyulitkan Indonesia untuk memenuhi komitmen dekarbonisasinya. Di lain sisi, Presiden Prabowo Subianto dan Menteri Lingkungan Hidup Juhar Hidayat telah menargetkan Indonesia bebas sampah pada tahun 2029 dengan pengelolaan sampah mencapai 100% pada tahun 2028.

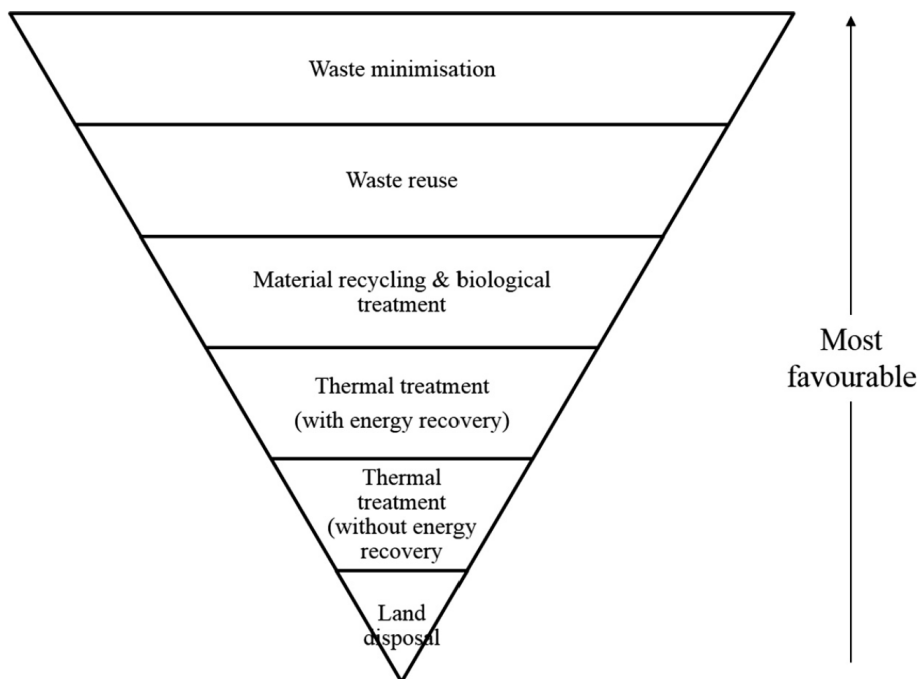
Keadaan demikian menuntut Indonesia untuk menyelesaikan permasalahan sampah dan secara simultan mengakselerasi transisi energi Indonesia untuk memenuhi komitmen NZE 2060-nya. Dengan demikian, perlu adanya solusi integratif dan strategis yang mampu menyasar kedua permasalahan secara bersamaan. Solusi yang dapat menyasar permasalahan tersebut berupa mengubah sampah menjadi sumber energi pembangkit listrik (Waste-to-Energy; WtE).

Waste-to-Energy: Solusi Praktis Menghadapi Masalah Energi dan Sampah

Waste-to-Energy merupakan salah satu metode untuk mendapatkan energi dari sampah menjadi energi dalam beragam bentuk, umumnya panas, listrik, dan biofuel/biogas. WtE menempatkan posisi ketiga dari bawah dalam hierarki pengelolaan sampah padat dan berada dibawah minimalisasi sampah, daur ulang, dan penggunaan kembali, namun membutuhkan perubahan kebiasaan dalam kehidupan sosial-masyarakat (Finnveden, et al., 2005).

Sampah telah dianggap sebagai sumber energi bersih oleh US Environmental Protection Agency (Zhang et al., 2015) dan telah dikembangkan sejak lama serta WtE sudah diakui sebagai salah satu alternatif menjanjikan dalam pengelolaan sampah untuk mengatasi timbunan sampah yang tidak terkelola dan menjadi sumber energi alternatif (Tan, et al., 2015).

Pemanfaatan WtE telah terbukti dapat memberikan dampak baik dan merubah manajemen pengelolaan sampah dan bauran energi (Peng et al., 2023). Contoh keberhasilan implementasi WtE dapat dilihat dari tetangga terdekat Indonesia, Vietnam. Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTsa) Can Tho di Vietnam telah berhasil mengelola 70% sampah di kota tersebut dan menghasilkan 60 Juta kWh listrik serta mengurangi ketergantungan penggunaan TPS (Wang, Yichen. Flucrum. 2026).



Gambar 6. Hierarki pengelolaan sampah padat (Finnveden, et al., 2005).

Indonesia sendiri telah merencanakan implementasi WtE sejak lama. Titik awalnya dapat dilihat dari Peraturan Presiden (Perpres) 35 Tahun 2018 yang telah berhasil mengoperasikan dua PLTSa di Indonesia, misalnya PLTSa Benowo di Surabaya dan PLTSa Putri Cempo di Surakarta.

Meskipun demikian, peraturan tersebut belum berhasil mengakselerasi pertumbuhan PLTSa. Sehingga, lahirlah Perpres 109/2025 sebagai upaya untuk mempercepat pengimplementasian WtE. Perpres 109/2025 dinilai memiliki *bankability* yang lebih baik dan *risk* yang lebih prudent (Namun, sampai saat ini pengimplementasian tersebut belum secepat yang diharapkan dan memiliki harga kelistrikan yang lebih mahal dibandingkan dengan Vietnam).

Policy Brief ini berupaya untuk membedah permasalahan implementasi WtE di Indonesia dengan menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

1. Faktor apa saja yang melatarbelakangi keberhasilan implementasi Vietnam?
 - a. Kebijakan seperti apa yang mendorong keberhasilan implementasi WtE di Vietnam?

- b. Bagaimana perbedaan pemosisian WtE di Indonesia dan di Vietnam?
 - c. Apa perbedaan tata kelola persampahan di Indonesia dengan Vietnam sehingga Vietnam berhasil mengimplementasikan WtE?
 - d. Mengapa Vietnam berhasil menyelesaikan permasalahan sampahnya dengan WtE?
 - e. Mengapa tarif listrik WtE di Indonesia lebih mahal dibandingkan Vietnam?
2. Risiko apa saja yang menghambat implementasi WtE Indonesia?
 3. Apa yang dapat dilakukan oleh Indonesia untuk mengakselerasi pengimplementasian WtE?

Policy Brief ini akan terdiri dari beberapa bagian setelah latar belakang, yaitu 1.) Diagnosa Permasalahan yang akan berisi pembedaan *bottleneck* implementasi WtE di Indonesia, 2.) Analisa yang akan berisi mengenai sintesis permasalahan dari seluruh *bottleneck* yang telah diidentifikasi, dan 3.) rekomendasi kebijakan yang akan berisi saran-saran kebijakan yang dapat dilakukan oleh Pemerintahan Republik Indonesia.

Analisa Masalah: Mengapa Vietnam Berhasil dan Indonesia Terhambat?

Kondisi Eksisting WtE Vietnam dan WtE Indonesia

Secara aktual per 2026, Vietnam jauh lebih unggul dalam implementasi WtE dibandingkan Indonesia dengan perbandingan kapasitas yang sangat mencolok. Vietnam memiliki beberapa pembangkit WtE yang sudah beroperasi komersial, dengan WtE Soc Son di Hanoi sebagai yang terbesar berkapasitas 90 MW dan mampu mengolah 5.000 ton sampah per hari dengan *furnace* sebanyak 5 mesin.

Selain Soc Son, Vietnam juga mengoperasikan WtE Cuu Yen di Bac Ninh dengan kapasitas 11.6 MW mengolah 500 ton sampah per hari, serta beberapa pembangkit lain di Ho Chi Minh City seperti Tam Sinh

Nghia dan Vietstar masing-masing 2.000 ton per hari. Total kapasitas WtE yang ditargetkan beroperasi di Hanoi mencapai 129,3 MW pada 2025. Sebaliknya, Indonesia hanya memiliki 2 PLTSa yang beroperasi secara komersial yaitu di Surabaya dan Surakarta.

Tabel 1. Perbandingan PLTSa di Vietnam dan Indonesia.

	WtE Soc Son, Hanoi	WtE Cuu Yen, Bac Ninh	PLTSa Benowo, Surabaya	PLTSa Putri Cempo, Surakarta
Technology	5 Furnace Advanced Belgian mechanical grate furnace technology	Stroker-type Incineration	Landfill gas recovery and Gasification	Plasma Gasification
Population	9.406.046 (World Population Review, 2026)	1.676.677 (World Population Review, 2026)	3.321.992 (World Population Review, 2026)	477.400 (World Population Review, 2026)
Waste Volume Daily (Ton/Day)	7.500	1.000	1.810	421
Waste Dominant Composition	Organic	Organic and Industrial	Organic	Organic
Generation Plant Capacity (MW)	90 (Vietnamplus, 2025)	11.6 (JFE, 2024)	11 (Lu, et al., 2025)	8 (PwC, 2025)
Waste Consumption (Ton/day)	5.000 (1.000 ton/furnace)	500 (500 ton/furnace)	1.500 (Gasification: 1.000 ton/day; Lu, et al., 2025)	545 (Lu, et al., 2025)
Net Electricity Production (MWh)	2.160	278.4	264	192
Diplomatic Ties	China Everbright	Japan, IFC, Finland	-	China

PLTSa Benowo Surabaya sebagai yang paling berhasil berkapasitas 11 MW (9 MW dijual ke PLN) mengolah 1.000–1.500 ton sampah per hari dengan teknologi gasifikasi dan *landfill gas*. Sementara PLTSa Putri Cempo Surakarta yang seharusnya berkapasitas 8 MW mengolah 545 ton/hari, hanya menghasilkan 1,5–1,6 MW dengan kapasitas aktual

50–100 ton/hari dari target 389–545 ton/hari, sehingga kini sedang dalam audit investigasi finansial K LH. Total kapasitas 7 proyek PLTSa yang mulai dibangun 2026 di Indonesia mencapai 197,4 MW untuk mengolah hampir 12.000 ton sampah per hari, namun masih dalam tahap konstruksi.

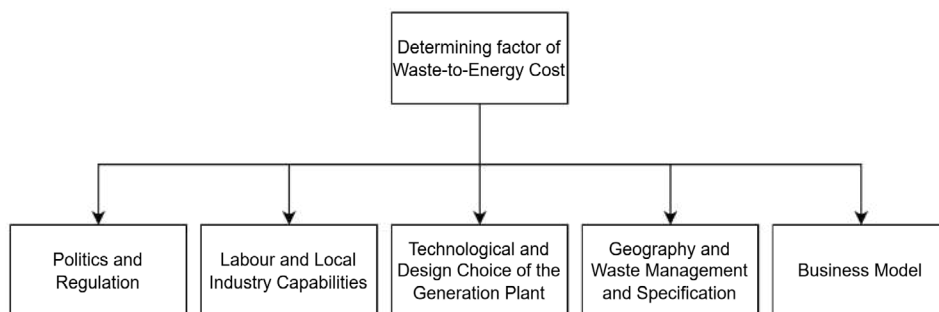
Di Indonesia, WtE mulai diterapkan sejak diberlakukannya Perpres 35/2018. Perpres 35/2018 menjadi produk hukum pertama yang mendorong implementasi WtE di Indonesia dan sudah masuk ke dalam RUEN 2015–2020. Sayangnya, WtE dianggap sebatas solusi pengelolaan sampah dan tidak selaras dengan RUEN 2015–2050 yang mengakui WtE sebagai salah satu penghasil energi. Selain itu, Perpres 35/2018 hanya berfokus pada 12 lokasi prioritas dengan tarif listrik sekitar 13 sen USD per kWh dengan menerapkan *tipping fees* yang dibayarkan oleh masing-masing daerah yang akan memasok sampahnya.

Namun, Perpres 35/2018 masih meninggalkan banyak risiko yang menyebabkan lambatnya implementasi WtE di Indonesia. Ketertinggalan implementasi WtE di Indonesia ini merupakan konsekuensi dari ketidaksesuaian antara skala manfaat yang bersifat nasional (ketahanan energi, pengurangan emisi, dan pengurangan beban lingkungan) dengan struktur pembiayaan yang sebelumnya bertumpu pada kapasitas fiskal daerah.

Akibatnya, risiko proyek meningkat, biaya modal menjadi mahal, dan keekonomian WtE menurun meskipun teknologi serta kerangka kebijakan dasarnya telah tersedia. Kondisi ini memicu perubahan regulasi fundamental dengan penerbitan Perpres 109/2025 yang menggantikan Perpres 35/2018 pada Oktober 2025.

Faktor-Faktor Keberhasilan Implementasi WtE di Vietnam

Biaya modal (Cost of capital) dari implementasi Waste-to-Energy sangat beragam dan dipengaruhi oleh beberapa faktor, setidaknya faktor tersebut berkaitan dengan pemilihan teknologi dan desain pembangkit, kondisi geografis dan spesifikasi sampah, kapasitas lokal dan kemampuan tenaga kerjanya, model bisnis, dan kebijakan yang menyertainya (Steffen, et al., 2022; Murphy et al., 2004; Fernández-González, et al., 2017; Dong, et al., 2018).



Gambar 7. Faktor-faktor yang mempengaruhi biaya modal *Waste-to-Energy*.

Faktor-faktor tersebut dapat mempengaruhi pemasukan dari proyek yang ada, perlu diketahui bahwa proyek *Waste-to-Energy* memanglah proyek pembangkit yang memiliki pemasukan (revenue) yang tidak besar dan bisa saja tidak cukup untuk membiayai operasionalnya (Menik-pura, et al., 2016).

Bagian ini akan menjabarkan faktor-faktor yang mempengaruhi rendahnya biaya harga WtE di Vietnam dibandingkan Indonesia dan faktor-faktor keberhasilan implementasi WtE di Vietnam.

Faktor #1: *Waste-to-Energy* Menjadi Infrastruktur Energi Strategis Lewat Kebijakan Energi-Teknologi Berorientasi Misi

Kompleksitas dalam pemilihan desain teknologi WtE yang harus menyesuaikan kondisi geografis, karakteristik sampah, kondisi ekonomi dan akses keuangan, dan standar emisi dapat menjadi salah satu tantangan tersendiri.

Kebijakan Energi-Teknologi Berorientasi Misi

Keberhasilan proyek WtE di Vietnam tidak luput dari peran kebijakan teknologi dan energi yang menempatkan WtE sebagai proyek strategis dan menjadi salah satu prioritasnya dalam transisi energi. Penempatan ini dapat dilihat dari dimasukkan WtE secara eksplisit dalam Power Development Plan VIII 2021-2030 (Prime Minister Decision 500/QD-TTg; Prime Minister Decision merupakan salah satu produk hukum yang kuat mengingat sistem pemerintahan tersentral di Vietnam).

Pengakuan atas WtE sebagai salah satu proyek energi strategis sudah diterapkan sejak lama, yaitu melalui Prime Minister Decision 31/2014/

QĐ-TTg yang ditujukan khusus untuk mengatur mekanisme pendukung implementasi WtE dan semakin diperkuat lewat Ministry of Industry and Trade Decision 32/2015/TT-BCT.

Secara singkat, lewat ketiga instrumen regulasi tersebut membuat proyek WtE memiliki kepastian hukum yang kuat dan memberi dorongan yang kuat untuk mengimplementasi WtE di Vietnam, terutama dengan rencana *phasing-out* PLTU pada tahun 2050 dari bauran energinya dan menarik investasi pada energi bersih (*green financing*) (Do, et al., 2023).

Dalam *Power Development Plan* (PDP) VIII, Vietnam secara jelas mengorientasikan kebijakannya pada sains, teknologi, dan pengembangan manusia sebagai bagian dari solusi untuk merealisasikan PDP VIII. Kebijakan demikian dikenal sebagai *innovation/technology policy*. OECD (2023) telah menyarankan hal serupa, dengan nomenklatur *mission-oriented innovation policy* (MOIP), terutama untuk mencapai dekarbonisasi dan transisi energi.

Kebijakan berorientasi dan inovasi dalam mendorong transformasi teknologi sangatlah penting. Merubah orientasi konvensional menjadi berorientasi pada misi inovasi, kebijakan tersebut akan mendorong secara aktif *stakeholder* WtE dapat berperan lebih aktif dalam membentuk pasar, membuka peluang eksperimentasi yang lebih luas untuk mempercepat *learning curve*, dan lebih berfokus pada kualitas proyek (Mazzucato, 2018).

Kebijakan yang Terintegrasi

Perubahan Perpres 35/2018 pada Perpres 109/2025 telah meningkatkan daya tarik investasi WtE dengan menegaskan peran pemerintah dalam pembangunan PSEL termasuk dukungan investasi via Danantara, serta memberikan jaminan kepastian investasi dengan kewajiban PLN membelilistrik hasil olahansampah. Perpres 109/2025 juga memperluas sasaran ke seluruh daerah yang memenuhi kriteria, menaikkan tarif ke 20 sen USD per kWh selama 30 tahun, dan memperkenalkan terobosan percepatan perizinan.

Perubahan ini dapat dipandang sebagai penyelesaian sebagian besar persoalan *bankability* dan pembiayaan proyek melalui keterlibatan Danantara, APBN, dan PLN sebagai *single offtaker* dan menempatkan

PSEL sebagai bagian penting dari transisi energi bersih nasional dan strategi mencapai Net Zero 2060, dengan harapan lebih menarik minat investor dibandingkan era Perpres 35/2018 yang implementasinya relatif lambat.

Di Vietnam, Kementerian Industri dan Perdagangan (MOIT) pada 2025 menetapkan batas atas tarif listrik WtE sebesar USD 0,0728–0,10/kWh, sehingga tarif WtE Indonesia saat ini, dgn USD 0,20/kWh hampir dua kali lebih tinggi dibanding Vietnam.

Perbedaan ini menunjukkan bahwa biaya produksi listrik WtE di Indonesia masih memerlukan dukungan harga yang jauh lebih besar untuk mencapai kelayakan finansial. Dengan demikian, selisih tarif tersebut disebabkan oleh faktor-faktor di atas yang telah dijelaskan sebelumnya, yang menyebabkan tingginya biaya modal (*cost of capital*), persepsi risiko investasi, fragmentasi tata kelola persampahan, ketidakpastian pasokan sampah, serta risiko kontraktual dalam skema pengadaan dan pembelian listrik.

Tabel 2. **Perbandingan Regulasi Waste-to-Energy antara Indonesia (Per pres 35/2018), Indonesia (Perpres 109/2025), dan Vietnam**

Aspek Komparasi	Indonesia (Saat Perpres 35/2018)		Indonesia (Saat Perpres 109/2025)		Vietnam	
	Kebijakan	Penilaian	Kebijakan	Penilaian	Kebijakan	Penilaian
Posisi WtE	Sebatas solusi pengelolaan sampah walaupun sudah masuk ke dalam RUEN 2015-2050.	Kestrategisan rendah.	Mengakui peran WtE untuk produksi energi dan sumber listrik (bagian dari PLT Bioenergi).	Lebih Strategis dibandingkan Perpres 35/2018.	Proyek energi strategis nasional secara eksplisit (PDP VIII 2021-2030) dan bagian dari ekonomi sirkular perkotaan.	Kestrategisan tinggi karena adanya pengakuan secara eksplisit.
Arsitektur Kelembagaan	Pemda	Terfragmentasi antara <i>stakeholder</i> .	Danantara + PLN + Pemda	Lebih terintegrasi, menurunkan biaya transaksi	Pemerintah kota/provinsi dengan dukungan pusat	Terintegrasi
Arsitektur Pendanaan	APBD dominan + Investor	<i>Cost of capital</i> tinggi	Danantara/APBN	Menurunkan <i>cost of capital</i>	PPP/investor dengan dukungan kebijakan nasional & lokal	<i>Cost of capital</i> rendah
Alokasi Risiko Proyek	Pemda dan investor	Premi risiko tinggi	Sebagian dinasionalisasi	Menurunkan premi resiko	Terintegrasi dalam sistem metropolitan	Premi resiko rendah
Skala dan Integrasi Wilayah	Dominan kota per kota	Sulit memenuhi skala keekonomian minimum	Mulai mengarah regional	Skala keekonomian semakin mudah terpenuhi	Metropolitan planning	Skala keekonomian mudah terpenuhi
Nilai yang Diakui Kebijakan	Pengurangan sampah dan listrik yang dihasilkan	Diragukan, terlalu kompleks sebagai fasilitas pengolahan sampah.	Sampah, energi, investasi, ketahanan energi	Membaik	Sampah, energi, lingkungan, ekonomi sirkular, ketahanan kota	Optimal
Offtake Tariff	0.13 USD/kWh + <i>tipping fee</i> Rp.500.000/ton sampah	Tingkat collectibility <i>tipping fee</i> rendah, resiko gagal bayar pemda tinggi	0.20 USD/kWh	Sangat menarik investasi, subsidi pemerintah pusat tinggi.	0.0728 - 0.10 USD/kWh (+ <i>tipping fees</i> sesuai kesepakatan ditingkat daerah dengan pengelola)	Angka moderat, LCOE margin positif namun juga tidak membebani negara terlalu banyak.
Tata Kelola Hulu Persampahan	Tanggung jawab masing-masing daerah	Tata kelola lemah dan meningkatkan ketidakpastian <i>feedstock</i> .	Tetap tanggung jawab daerah, tetapi mewajibkan terpenuhinya pasokan sampah.	Lebih baik, masih meninggalkan ketidakpastian <i>feedstock</i> .	Terhubung dengan sistem persampahan metropolitan	Tata kelola <i>robust</i> .
Tata Kelola Hilir Energi dan Kepastian Penjualan	PLN sebatas ditugaskan oleh Menteri ESDM ditambah dengan <i>tipping fees</i>	Meninggalkan ketidakpastian dan rawan konflik kepentingan	PLN sebagai <i>single offtaker</i> dan ditugaskan untuk membeli listrik tanpa perlu penugasan oleh Menteri ESDM.	Lebih sederhana dan mendorong PLN untuk membeli tanpa adanya penugasan	Memiliki aturan khusus dan Electricity of Vietnam (EVN) wajib membeli listrik dan menyesuaikan bauran ketenagalistrikannya.	Memberi kepastian dibelinya listrik hasil WtE.
Instrumen Pendukung WtE	Tidak ada	Tidak strategis.	Tidak ada	Tidak strategis	PM Decision 31/2014/QĐ-TTg dan MOIT Decision 32/2015/TT-BCT.	Kepastian dan kejelasan hukum serta dukungan kuat.

Aspek Komparasi	Indonesia (Saat Perpres 35/2018)		Indonesia (Saat Perpres 109/2025)		Vietnam	
	Kebijakan	Penilaian	Kebijakan	Penilaian	Kebijakan	Penilaian
Peran Riset dan Inovasi	Tidak ada	Tidak strategis	Tidak ada	Tidak strategis	Mendorong inovasi dan meningkat aplikasi teknologi mutakhir	Strategis dan berkelanjutan
Fleksibilitas Pemilihan Teknologi	Fleksibel tanpa arahan	Rawan <i>technology mismatch</i>	Fleksibel dengan beberapa arahan	Lebih baik namun masih rawan	Fleksibel dengan arahan yang jelas	Menghindari <i>technology mismatch</i>
Komitmen Transisi Energi	Tidak ada dan hanya mengurangi emisi dari PLTU (RUEN dan RUKN)	Tidak memberi dukungan pada WtE	Tidak/Belum ada dan hanya mengurangi emisi dari PLTU (RUEN dan RUKN)	Tidak/belum memberi dukungan dan tidak/belum menunjukkan keseriusan pada WtE	Berkomitmen 0% bauran batu bara pada tahun 2050.	Menunjukkan keseriusannya dalam transisi energi.

Akhirnya, fokus tata kelola WtE kedepan tidak hanya ditentukan oleh teknologi atau pendanaan semata, melainkan oleh kemampuan negara membangun tata kelola metropolitan yang menghubungkan sistem persampahan, sistem energi, dan sistem pembangunan wilayah dalam satu kerangka perencanaan yang terpadu.

Faktor #2: Tata Kelola Persampahan yang Baik Menghasilkan *Feedstock* yang Lebih Berkualitas

Keberhasilan WtE akan sangat bergantung pada *feedstock* yang akan digunakan sebagai bahan baku utama konversi energi dan teknologi yang akan digunakan. Kemampuan sistem persampahan dalam menjamin pasokan sampah yang stabil, terkonsentrasi, dan dapat diproses secara berkelanjutan akan sangat menentukan *net-benefit* dari WtE.

Dalam implementasi WtE, sampah bukan sekadar limbah, melainkan *feedstock* yang kualitasnya dipengaruhi oleh tata kelola hulu, komposisi material, kadar air, nilai kalor, sistem pengangkutan, serta skala geografis pelayanan yang akan menjadi pertimbangan dalam pemilihan teknologi dan desain pembangkit WtE nantinya.

Risiko utama WtE di Indonesia bergeser pada *waste supply risk*, yaitu ketidakpastian volume dan kualitas sampah, tingginya kadar air, rendahnya pemilahan, dan belum terintegrasinya sistem lintas daerah.

Perbedaan utama antara Indonesia dan Vietnam tidak hanya terletak pada jumlah penduduk atau volume sampah, melainkan pada kemampuan

masing-masing negara dalam mengelola sampah yang nantinya menjadi *feedstock* WtE.

Indonesia memiliki populasi jauh lebih besar dibandingkan Vietnam, sehingga secara teoritis memiliki potensi timbunan sampah yang lebih besar. Hal ini didukung oleh Liu et al. (2019) yang menyatakan bahwa volume sampah perkotaan berkorelasi positif dengan kepadatan penduduk, pengeluaran konsumsi, dan tingkat urbanisasi. Namun, potensi tersebut tersebar di banyak pulau, provinsi, kota, dan kabupaten.

Di Indonesia sangat bervariasi antara kota-kabupaten dan provinsi, manajemen pengelolaan sampah bisa sangat berbeda sekali antara DKI Jakarta dan Medan Raya. Di DKI Jakarta cakupan layanan dan pembiayaan sangat besar sementara di Medan Raya cakupan layanan masih tergolong rendah dan komitmen pembiayaan pengelolaan sampah masih dipertanyakan. Sebaliknya, Vietnam memiliki populasi yang lebih kecil, tetapi densitas penduduknya lebih tinggi. Kondisi ini membuat pengumpulan dan pengangkutan sampah perkotaan di Vietnam relatif lebih terkonsentrasi, terutama pada kota besar seperti Hanoi, Ho Chi Minh, dan Da Nang.

Tabel 3. Perbandingan Kondisi Persampahan Indonesia dan Vietnam pada 2025

Aspek	Indonesia	Vietnam
Total Populasi	285.721.236	101.598.527 (Worldometer, 2025)
Densitas Populasi (/km2)	150	328 (Worldometer, 2025)
Populasi Urban	170.361.295	42.039.428 (Worldometer, 2025)
Household Consumption (/kapita/bulan; <i>asumsi kurs 1.000 IDR = 1.483 VND</i>)	Rp. 1.569.088	Rp. 3.850.000 (Vietnam National Statistic Office, 2025)
Timbunan Sampah (Ton/day)	144.800	69.400 (Vietnam News, 2025)
Komposisi Dominan Sampah	Organic Waste (63,59%)	Organic Waste (50-60%; Vietnam News, 2025)
Tingkat Kebasahan/Moisture Content (%)	Up to 65,28 (Kec. Johar Baru, Jakarta Pusat; Widyarsana, et al., 2026)	47 (Nghe An Province; Van Dinh, et al., 2025)

Aspek	Indonesia	Vietnam
Tingkat Pengolahan Sampah (Ton/day)	35.747 (25%; SIPSN KLH, 2025)	63.154 (91%; Vietnam News, 2025)
Sampah Tidak Terkelola (Ton/day)	109.053 (75%; SIPSN KLH, 2025)	6.246 (9%; Vietnam News, 2025)
Kebijakan Pengelolaan Sampah	UU No. 18 Tahun 2008, PP No. 81 Tahun 2012, Perpres No. 97 Tahun 2017, serta Perpres No. 109 Tahun 2025.	Law on Environmental Protection 2020, kewajiban klasifikasi sampah domestik menjadi sampah daur ulang, sampah makanan, dan sampah domestik lainnya, serta penguatan transfer station dan pembatasan landfill langsung.

Perbedaan geografis ini sangat penting dalam konteks WtE karena fasilitas WtE membutuhkan pasokan sampah harian yang stabil dan dalam jumlah besar seperti yang diketik dari Somorin et al. (2017). Sampah yang tersebar di berbagai wilayah administratif akan meningkatkan biaya logistik, memperpanjang rantai pengangkutan, dan memperbesar risiko ketidakpastian pasokan.

Dari sisi konsumsi rumah tangga, Vietnam memperlihatkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan Indonesia. Kenaikan konsumsi rumah tangga berimplikasi langsung terhadap karakter sampah perkotaan. Semakin tinggi jumlah konsumsi, semakin besar pula potensi timbulan sampah makanan, plastik kemasan, kertas, serta residu konsumsi seperti yang diteliti oleh Kusumaningtiar et al. (2022). Namun, konsumsi yang tinggi tidak selalu memberikan manfaat bagi WtE jika tidak diikuti oleh sistem pemilahan, pengumpulan, dan pengolahan yang terintegrasi. Tanpa pengintegrasian tersebut, peningkatan konsumsi hanya akan meningkatkan beban TPA, bukan memperkuat kelayakan WtE.

Komposisi Sampah dan Kualitas *Feedstock*

Komposisi sampah di Indonesia dan Vietnam sama-sama didominasi oleh sampah organik atau sisa makanan. Pada 2025, Komposisi sampah di Indonesia didominasi oleh sisa makanan yang jumlahnya mencapai sekitar 39,64%, diikuti plastik sebesar 20,07%, kayu/ranting sebesar 12,87%, dan sampah kertas sebesar 11,08% (SIPSN KLH, 2025). Ini menunjukkan bahwa sampah di Indonesia memiliki karakter

fraksi organik basah yang besar dan fraksi bernilai kalor seperti plastik, kertas, dan kayu yang cukup signifikan tetapi sering bercampur dengan sampah basah (sisa makanan).

Vietnam juga memiliki karakter sampah yang serupa. Sampah makanan dan limbah organik menyumbang sekitar 50-60% dari total sampah rumah tangga (Vietnam News, 2025). Hambatan utama dalam proses pemilahan sampah di Vietnam adalah belum selarasnya infrastruktur pada seluruh rantai pengelolaan, mulai dari pemilahan, pengumpulan, pengangkutan, hingga pengolahan.

Hal ini menunjukkan bahwa Vietnam pun belum sepenuhnya terbebas dari persoalan hulu. Namun, Vietnam lebih maju dalam mendorong WtE karena mampu mengarahkan sistem pengelolaan kota untuk mengurangi *landfill* dan mengonsolidasikan volume sampah menuju fasilitas pengolahan.

Kadar Air/Moisture Content

Sampah domestik di Indonesia memiliki kandungan air sebesar 65,28% yang merujuk pada studi pengelolaan sampah di Kecamatan Johar Baru, Jakarta Pusat, tingginya kadar air pada wilayah tersebut berasal dari sampah sisa makanan (Widyarsana et al., 2026). Kondisi ini menjadi gambaran bahwa sampah perkotaan di Indonesia, terutama di kawasan padat penduduk sangat dipengaruhi oleh dominasi sampah organik basah.

Berdasarkan penelitian Dinh et al. (2025), kadar air pada sampah di Vietnam khususnya di provinsi Nghe An mencapai rata-rata 47%. Penelitian yang sama juga menyatakan bahwa nilai kalor bersih atau *net heating value* berbeda-beda antara 4,5-11,9 MJ/Kg, dengan rata-rata sebesar 9 MJ/Kg. Hanya fraksi sampah kering berisi plastik yang cocok untuk diubah menjadi RDF atau *co-firing*, sedangkan sampah organik sampah lebih tepat untuk diarahkan ke proses komposting.

Perbandingan ini memperkuat argumen bahwa tantangan WtE di Indonesia lebih berat terutama pada sisi kualitas *feedstock*. Meskipun Indonesia menghasilkan volume sampah yang besar, sampah yang masuk ke sistem pengelolaan masih berpotensi memiliki kadar air tinggi karena didominasi oleh sisa makanan. Kondisi ini semakin diperburuk

oleh metode pengumpulan dan pengangkutan yang tidak tepat, serta belum optimalnya pemilahan sampah dari sumber.

Tingkat Pengolahan Sampah

Perbedaan paling mencolok antara Indonesia dengan Vietnam terlihat pada cara pengolahan sampahnya. Indonesia sendiri baru mampu mengelola sekitar 35.747 ton sampah per hari atau 25% dari total timbunan sampah yang dihasilkan setiap hari, sementara masih ada 109.053 ton sampah per hari yang masih belum terkelola. Sedangkan Vietnam sudah mampu mengelola sekitar 63.154 ton sampah per hari atau 91%, sementara sampah yang belum terkelola hanya sebesar 6.246 ton per hari atau hanya 9%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa Vietnam mampu mengelola sampah dengan lebih baik dibandingkan Indonesia.

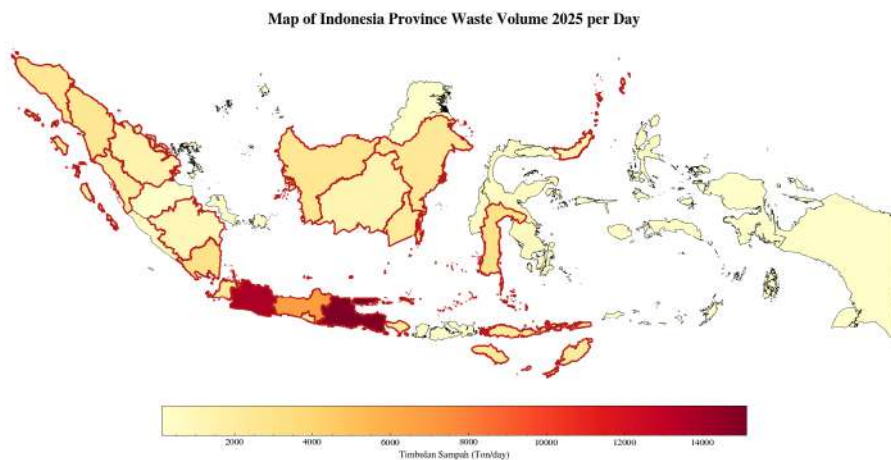
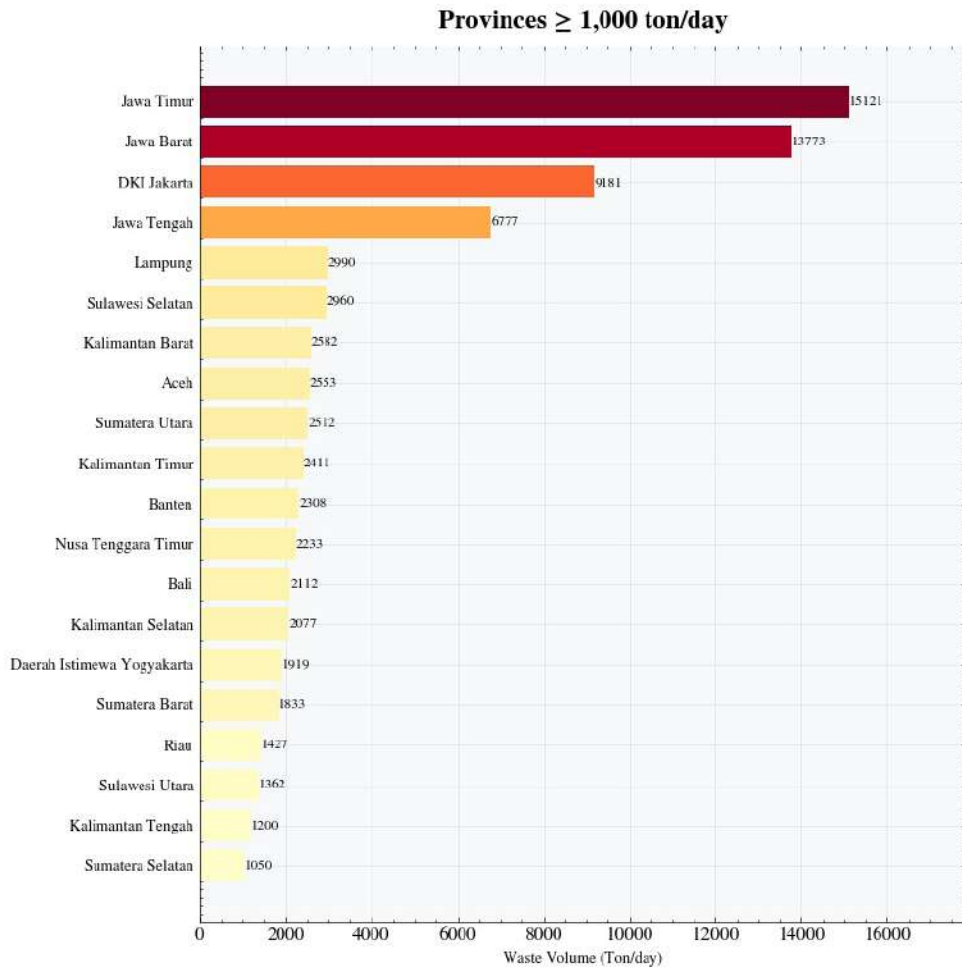
Implementasi WtE di Vietnam dinilai lebih siap dikarenakan lebih mampu menangkap dan mengonsolidasikan sampah dalam jumlah besar pada sistem pengelolaannya. Sampah yang sudah masuk ke sistem formal lebih mudah diarahkan ke fasilitas WtE dibandingkan sampah yang masih tercecer, dibuang sembarang, atau tidak masuk rantai pengangkutan resmi. Ini yang membuat risiko pasokan sampah atau *waste supply risk* di Vietnam relatif lebih rendah dibandingkan Indonesia.

Timbulan Sampah yang Tidak Merata

Perbedaan volume timbulan sampah pada tiap provinsi menambah ketidakpastian pasokan sampah untuk WtE. Dengan skema Perpres 109/2025 yang saat ini masih menunggu inisiatif dari Pemerintah Daerah untuk mengajukan diri atas kemampuan dalam mengimplementasikan WtE, masih ada risiko ketidakpastian dalam pasokan sampah.

Tercatat hanya 10 Provinsi di Indonesia yang mampu menghasilkan setidaknya 1.000 ton sampah per hari (SIPSN KLH, 2025). Dapat diasumsikan setiap kabupaten/kota belum tentu mampu menghasilkan lebih dari seribu ton perhari, dimana feedstock yang dibutuhkan untuk pasokan bahan bakar WtE membutuhkan 1.000 ton sampah per harinya.

Untuk mendukung pengimplementasian WtE, pengintegrasian pengelolaan sampah antardaerah secara kolaboratif dapat dilakukan untuk memenuhi *feedstock* sebagai pasokan bahan bakar WtE.



Gambar 8. (Atas) Provinsi yang memiliki timbulan sampah diatas 1000 ton/hari. (Bawah) Volume timbulan sampah per Provinsi per hari. (SIPSN KLH, 2025).

Kebijakan Pengelolaan Sampah dan Kesiapan Sistem yang Belum Mendukung

Secara regulatif, Indonesia memiliki kerangka kebijakan yang cukup lengkap, seperti UU No.18 Tahun 2008, PP No. 81 Tahun 2012, Perpres No. 97 Tahun 2017, hingga Perpres No. 109 Tahun 2025. Namun, persoalan utamanya terletak pada lemahnya implementasi di tingkat daerah. Pengelolaan sampah masih sangat bergantung pada kapasitas pemerintah daerah, baik dari sisi anggaran, SDM, infrastruktur, maupun kemampuan membangun partisipasi masyarakat.

Dalam pengimplementasiannya Vietnam pun masih menghadapi tantangan, terutama pada pemilahan sampah dari sumber. Namun, *Law on Environmental Protection 2020* memberikan dasar yang lebih tegas untuk klasifikasi sampah domestik. Regulasi tersebut mendorong pemilahan sampah dari sumber dan mengatur agar titik agregasi memiliki area yang berbeda untuk menyimpan jenis sampah yang berbeda tidak kembali tercampur.

Dengan demikian, perbandingan Indonesia dan Vietnam menunjukkan pentingnya reformasi tata kelola persampahan nasional, terutama pada sektor hulu yang akan menjadi penentu kualitas *feedstock* WtE.

Vietnam memang masih menghadapi tantangan berupa dominasi sampah organik, kadar air yang cukup tinggi, dan hambatan pemilahan dari sumber. Namun, tingkat pengelolaan sampah yang lebih baik, kepadatan wilayah yang lebih terkonsentrasi, serta kerangka kebijakan yang lebih tegas dalam mengklasifikasikan sampah membuat pasokan sampah ke tempat pengolahan lebih mudah dikonsolidasikan.

Sebaliknya, Indonesia memiliki potensi menghasilkan timbunan sampah yang jauh lebih besar, namun masih menghadapi persoalan rendahnya cakupan pengelolaan, kualitas *feedstock* yang basah dan tercampur, serta lemahnya dalam mengintegrasikan pengumpulan dan pengangkutan sampah.

Oleh karena itu, akselerasi WtE di Indonesia perlu dimulai dari pembenahan tata kelola persampahan, terutama peningkatan cakupan pengelolaan, pemilahan dari sumber, penguatan sistem pengangkutan, dan konsolidasi sampah lintas daerah. Tanpa pembenahan tersebut, WtE

berisiko hanya menjadi proyek teknologi yang mahal, bukan solusi sistemik untuk mengurangi beban sampah dan memperkuat transisi energi.

Faktor #3: Ketepatan Teknologi

Ketepatan Teknologi dan Desain Pembangkit

Seperti yang telah disebutkan pada bagian sebelumnya, keberhasilan pengurangan timbulan sampah Vietnam lewat proyek WtE-nya jelas karena pemilihan teknologi yang tepat dan sesuai dengan karakteristik persampahan pada daerah-daerah tersebut.

Ketepatan tersebut menurunkan risiko *technological mismatch* yang mempengaruhi biaya modal yang harus dikeluarkan. Hal tersebut juga didukung dengan kebijakan yang berorientasi pada misi dan mengedepankan pengembangan riset, teknologi, dan kapasitas manusia.

Maka dari itu, bagian ini akan menjelaskan secara singkat dan mengkomparasikan masing-masing teknologi yang saat ini sudah banyak digunakan, yaitu *Anaerobic Digestion* (AD), *Thermal Incineration* (Insinerasi), *Gasification* (Gasifikasi).

Anaerobic Digestion

Anaerobic Digestion (AD) merupakan salah satu teknologi yang sudah umum digunakan untuk menghasilkan energi bersih dalam bentuk biogas. Secara sederhana, AD memanfaatkan mikroorganisme untuk mencerna sampah organik (sampah organik agrikultur, industri, dll) dan memproduksi gas metana yang nantinya berperan sebagai komposisi utama biogas (Zamri, et al., 2021).

Thermal Incineration

Thermal Incineration adalah teknologi konversi sampah menjadi energi yang trennya sedang meningkat dan sudah cukup matang untuk dioperasikan secara komersial (Dong, et al., 2018) dan terdapat sekitar 700 pembangkit thermal incinerator di dunia dengan 45%-nya berada di Tiongkok (Sun, et al., 2021). Secara sederhana, thermal incineration mengubah sampah menjadi energi dengan cara membakar sampah secara terkontrol dengan tujuan utamanya untuk mengurangi volume dan massa sampah (GIZ, 2017).

Pesatnya perkembangan thermal incineration telah membawa teknologi ini memiliki banyak desain yang menyesuaikan standar emisi, efisiensi, dan penyesuaian dengan *feedstock*-nya. Pada dokumen ini hanya akan berfokus pada dua teknologi yang sudah umum digunakan, yaitu *moving-grate incineration* dan *fluidized bed incineration*.

Gasification

Gasification (Gasifikasi) merupakan salah satu teknologi yang sedang dikembangkan penggunaannya secara komersil dan saat ini setidaknya ada 100 pembangkit WtE gasifikasi di dunia (Sun, et al., 2021). Gasifikasi mengonversi sampah, refuse derived fuel, dan masih banyak lainnya menjadi *synthetic gas* yang akan digunakan untuk menghasilkan listrik dan dikonsiderasikan sebagai teknologi WtE paling mutakhir (Sajid, et al., 2022).

Tabel 4. **Komparasi tiga jenis teknologi WtE**

Aspek Komparasi	Anaerobic Digestion (AD)	Thermal Incineration		Gasification (Gasifikasi)
		Moving-grate Incineration (Insinerasi)	Fluidized Bed Incineration (Insinerasi)	
Feedstock				
Minimum Feedstock Type	Organic Waste Only (Zamri, et al., 2021)	Heterogeneous without prior sorting (Makarichi, et al., 2018)	Homogeneity with pre-treatment (Makarichi, et al., 2018)	Need pre-treatment (sizing, drying), heavily based on design (Sajid, et al., 2022)
Ideal Moisture (%)	No requirement	≤ 30 (Makarichi, et al., 2018)	≤ 30 (Makarichi, et al., 2018)	Prefer under ≤ 15%, but some design can handle up to 60% (Continuous Fluidized Bed Gasification; Sajid, et al., 2022)
Caloric Value Minimum (MJ/kg)	No requirement	≥ 6 MJ/kg (Makarichi, et al., 2018)	≥ 6 MJ/kg (Makarichi, et al., 2018)	≥ 11 (Mukherjee, et al., 2018)
Waste Volume Reduction (%)	40-60 (Organic waste only; Setyono, et al., 2025; Varjani, et al., 2022)	70-90 (Lombardi, et al., 2015; Patil, et al., 2024)		50 - 70 (Patil, et al., 2024)
Electricity and Energy Production				
Parasitic Electrical Demand (%)	10% of heat or 30 kWh/t of electricity (Murphy, et al., 2004)	15 (Murphy, et al., 2004)	15 (Murphy, et al., 2004)	20 (Murphy, et al., 2004)
Net Electricity Production (kWh)	225 kWh/ton (Murphy, et al., 2004)	Up to 361 (Dong, et al., 2018)	Up to 317 (Dong, et al., 2018)	Up to 777.2 (Dong, et al., 2018)
Net Efficiency Rate (%)	35 (Kumar, et al., 2023)	21 (Dong, et al., 2018)	14 (Dong, et al., 2018)	27.40 (Dong, et al., 2018)
Cost of Capital (Patil, et al., 2024)				
Capital Cost (EUR / ton/year cap.)	12–19	80 – 115		35 – 45
O&M Expenditure (EUR/ton/year)	10–15	180		30 – 40
Pre-treatment cost	Moderate	Low		High
Socio-Cultural and Health Impact (Patil, et al., 2024)				
NIMBY	Moderate	High		High
Employment	Moderate	High		High
Health Impact (Rank: 1 lowest impact, 3: higher impact)	2	3		1

Aspek Komparasi	Anaerobic Digestion (AD)	Thermal Incineration		Gasification (Gasifikasi)
		Moving-grate Incineration (Insinerasi)	Fluidized Bed Incineration (Insinerasi)	
Emission and Residue				
Greenhouse Gas (kg CO2eq/ton)	0.014 to 0.2 (Patil, et al., 2024)	172 (Hsu, et al., 2024)		104 (Hsu, et al., 2024)
Fly Ash (kg)	None (Patil, et al., 2024)	34.4 (Dong, et al., 2018)	65.8 (Dong, et al., 2018)	55 - 60 (Patil, et al., 2024)
Bottom Ash (kg)	None (Patil, et al., 2024)	238 (Dong, et al., 2018)	40.9 (Dong, et al., 2018)	45- 55 (Patil, et al., 2024)
Water Product (Patil, et al., 2024)	Hydrochar Compounds; Furfural and Hydroxymethylfurfural (HMF)	Polychlorinated biphenyls (PCBs); Polyaromatic hydrocarbons(PAHs)		Methanol, Ethanol, Acetone
Relevancy for Indonesia				
Tropic Waste Fit	Fit	Fit	Unfit without pre-treatment	Unfit without pre-treatment
Tech Mismatch Risk	Low	Low	Medium	High
Technological Scale	Community level to medium city	Megapolitan		Medium-to-large city

Berdasarkan komparasi teknologi yang dilakukan, masing-masing teknologi memiliki keunggulan dan kekurangannya masing-masing dengan *trade-off* yang beragam berdasarkan desain. Pemilihan teknologi ini akan sangat ditentukan oleh komposisi sampah, tinjauan lingkungan dan standar emisi, dan memiliki *cost of capital* yang beragam.

Dari dua PLTSa yang sudah beroperasi saat ini menggunakan teknologi gasifikasi. Namun, dengan karakteristik sampah Indonesia yang memiliki tingkat kadar air tinggi dan nilai kalor rendah, menyebabkan rendahnya efisiensi pembangkit gasifikasi. Hal ini mengakibatkan *technological mismatch* yang meningkatkan risiko dari kegagalan proyek. Vietnam sadar akan karakteristik sampahnya, sehingga pada dua PLTSa-nya diatas, mereka memilih menggunakan teknologi yang memiliki toleransi tertinggi dan secara simultan juga memperbaiki tata kelola persampahannya agar teknologi yang lebih maju dan bersih dapat diimplementasikan.

Perpres 35/2018 dan Perpres 109/2025 memiliki fleksibilitas dalam pemilihan teknologi, di mana teknologi yang dipilih akan menyesuaikan dengan kapasitas pemerintah daerah dan BUPP WtE yang terpilih. Meskipun demikian, kompleksitas pemilihan teknologi dan desain WtE yang tepat merupakan salah satu kesulitan terbesar dari negara berkembang

(Farooq, et al., 2021). Di sisi lain, Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan yang sering terjadi di negara berkembang yaitu kurangnya pengetahuan dan kapasitas dalam WtE (Tun, et al., 2020).

Maka dari itu, pelibatan ahli/akademisi, institusi riset, memiliki peran penting dalam pengimplementasian WtE, terutama dalam aspek pemilihan teknologi dan desain pembangkit yang sesuai dengan karakteristik persampahan Indonesia dan secara simultan melakukan pembenahan tata kelola terkait persampahan.

Teknologi yang Tepat, Tariff yang lebih rendah

Jika dibandingkan langsung dengan pembangkit lainnya, WtE memiliki *Levelized Cost of Electricity* (LCOE) tertinggi sehingga membutuhkan FiT khusus sebesar USD 0,20/kWh agar layak investasi. FiT WtE saat ini sekitar 2–3 kali lebih tinggi dari biaya pembangkitan PLTU dan sekitar 2 kali lebih tinggi dari PLTS skala utilitas. Namun, perbandingan yang sering digunakan PLN hanya melihat LCOE pembangkit. WtE sebenarnya memberikan layanan ganda: Produksi Listrik dan Pengolahan sampah perkotaan.

Tabel 5. Perbandingan Harga Listrik Antar Pembangkit (Diolah oleh Desk Lingkungan GREAT Institute)

Teknologi	LCOE Indonesia (USD/kWh)	FiT / Harga Beli PLN (USD/kWh)	Catatan
PLTU Batubara	0.05-0.08	Tidak ada FiT	Masih termurah karena DMO batubara
PLTG/CCGT Gas	0.07-0.12	Tidak ada FiT	Sangat tergantung harga gas
PLTA Besar	0.04-0.09	0.07-0.10	Lokasi sangat menentukan
PLTS Utility Scale	0.04-0.08	0.06-0.12	Terus turun dalam 5 tahun terakhir
PLTBm Biomassa	0.08-0.14	0.09-0.132.	Sangat dipengaruhi biaya bahan baku
WtE / PLTSa	0.14-0.25	0,20	Tetap selama 30 tahun, FiT tertinggi saat ini di Indonesia

Jika manfaat pengurangan TPA, penghindaran emisi metana, penghematan lahan TPA, dan biaya kesehatan akibat sampah terbuka dihitung, maka nilai tambah WtE dapat mencapai USD 50–150/MWh (5–15 sen USD/kWh). Oleh karena itu banyak negara tidak hanya membandingkan WtE dengan PLTU atau PLTS semata, tetapi dengan kombinasi pembangkit listrik dan sistem pengelolaan sampah perkotaan. Sehingga, walaupun secara engineering LCOE, WtE tampak mahal (14–25 sen USD/kWh), namun dengan menambahkan manfaat *system cost*, LCOE WtE bisa menurun menjadi sekitar 8-15 sen USD/kWh.

Tabel 6. **Perbandingan *Least Cost Option Energy* dan Eksternalitas Tiap Pembangkit (Diolah oleh Desk Lingkungan GREAT Institute)**

Teknologi	LCOE Indonesia (USD/kWh)	Biaya Karbon CO ₂ e (USD/kWh)	Eksternalitas positif	Biaya (USD/kWh)	Eksternalitas Negatif	Biaya (USD/kWh)	Biaya Sistem Nyata (USD/kWh)
PLTU Batubara	0.05-0.08	0.082 - 0.1	Listrik baseload murah	+	dampak kesehatan	(0.02-0.05)	0.15-0.23
PLTG (CCGT)	0.07-0.12	0,049	Fleksibilitas sistem	+	kebocoran metana	setara CO ₂	0.12-0.17
PLTA	0.04-0.09	0,002	Pengendalian banjir, irigasi, air baku	0,01-0,05	Relokasi penduduk, dampak ekologi sungai	(0.005-0.02)	0.05-0.10
PLTS Utility	0.04-0.08	0.004-0.005	Hampir tanpa emisi saat operasi	0.01-0.03	Kebutuhan lahan, limbah panel	(0.001-0.005)	0.04-0.09
Biomassa	0.08-0.14	0.005-0.023	Pendapatan petani, pengurangan limbah	0.01-0.04	Risiko pasokan biomassa dan perubahan penggunaan lahan	(0.01-0.03)	0.08-0.16
WtE (PLTSa)	0.14-0.25	0.03-0.06	Pengurangan volume sampah 70-90%, pengurangan biaya landfill, penghindaran metana TPA, recovery logam dan material reusable lain, penghematan lahan, manfaat kesehatan urban	0.08-0.18	Emisi insinerator, abu B3	(0.02-0.06)	0.08-0.15

Oleh karena itu, dalam kerangka ekonomi publik, WtE sebenarnya bukan sekadar pembangkit listrik yang diposisikan sebagai solusi persampahan semata melainkan merupakan infrastruktur strategis untuk meningkatkan resiliensi energi-lingkungan regional. Membandingkan WtE hanya dengan PLTU atau PLTS menggunakan LCOE konvensional sering menghasilkan kesimpulan yang menyesatkan. Banyak studi menekankan bahwa manfaat *landfill avoidance*, *tipping fee*, dan pengurangan emisi metana harus dimasukkan ke dalam evaluasi ekonomi WtE.

Jika pemilihan teknologi dilakukan secara tepat yang cocok dengan karakteristik persampahan lokal, sangat mungkin biaya modal dan operasional untuk ditekan, sehingga net-benefit yang didapat dari WtE akan lebih besar.

Faktor #4: Komitmen Transisi Energi dan *Political Will* yang Kuat dan Diplomasi Teknologi yang Tepat

Pada faktor #1, telah dijelaskan kebijakan-kebijakan energi-teknologi yang menjadikan membuat WtE menjadi program strategis pemerintah Vietnam untuk meningkatkan resiliensi kota dan ketahanan energi-lingkungannya. Di luar kebijakan tersebut, terdapat beberapa faktor krusial lainnya, yaitu struktur politik-hukum yang sentralistik dan diplomasi teknologi yang baik.

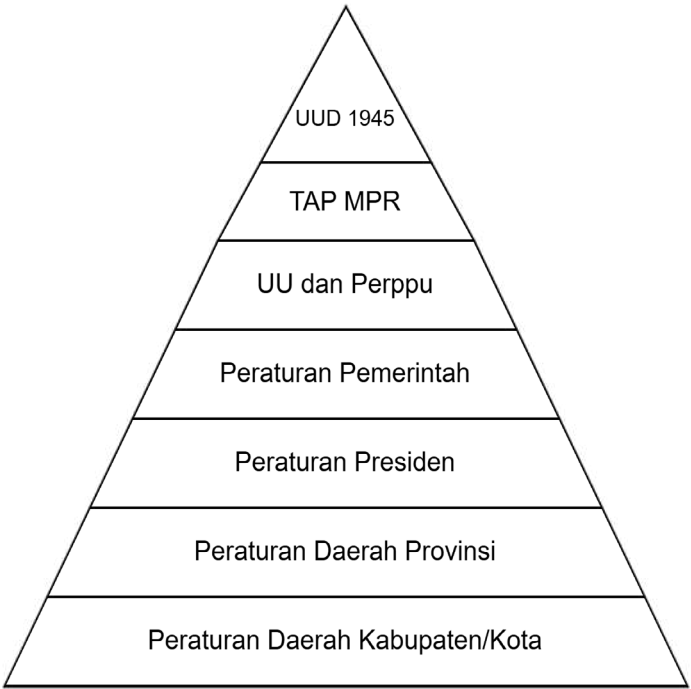
***Political Will* yang Kuat dan Hukum yang mendukung**

Vietnam merupakan negara sosialis yang menerapkan sistem *party-state* dan *democratic centralism* yang bekerja dalam aturan konstitusi dan hukum. Hal ini tertulis secara eksplisit dalam konstitusinya (Article 4 & Article 8, The Constitution of The Socialist Republic of Vietnam). Secara hukum, struktur hukum Vietnam diatur dalam Law No. 80/2015/QH13 yang membagi sistem legal normatifnya ke dalam 16 tingkatan yang terdiri atas (Penjelasan lebih lanjut lihat lampiran 1):

Tabel 7. **Produk Hukum Vietnam dari Tertinggi ke Rendah**

Produk Hukum Vietnam (Tertinggi ke Terendah)		
1. The Constitution.	6. Decision of the Prime Minister.	11. Legal normative documents of local governments in administrative - economic units.
2. Codes, Law, and Resolution of the National Assembly.	7. Resolutions of Judge Council of the People's Supreme Court.	12. Resolutions of the People's Councils of districts, towns and cities within provinces
3. Ordinances and Resolutions of Standing Committee of the National Assembly.	8. Circulars / Joint Circulars.	13. Decisions of the People's Committees of districts.
4. Orders, Decisions of the President.	9. Resolutions of the People's Councils of central-affiliated cities and provinces.	14. Resolutions of the People's Councils of communes, wards and towns within districts.
5. Decrees of the Government;	10. Decisions of the People's Committees of provinces.	15. Decisions of the People's Committees of communes.

Hierarki peraturan Indonesia dapat dibagi menjadi 7 tingkatan yang dapat dilihat pada hierarki berikut



Gambar 9. Hierarki Peraturan di Indonesia (UU 13/2022)

Secara fungsi, Peraturan Presiden dan Prime Minister Decision memiliki fungsi yang sama, yaitu sebagai aturan mekanisme kerja dalam menjalankan amanat peraturan yang lebih tinggi. Namun, perbedaan

utamanya terletak pada kekuatan dari peraturan tersebut. Sistem *democratic centralism* yang *top-down*, membuat kekuatan dari Prime Minister Decision sangat kuat. Terlebih lagi, Prime Minister Decision sangat mengikat sehingga peraturan yang secara hierarki dibawahnya harus mengikuti.

Di luar peraturan kenegaraan, masih ada peraturan yang dikeluarkan oleh Politburo Partai Komunis Vietnam (PKV), yang secara langsung mempengaruhi garis besar arah kebijakan negara. Politburo PKV telah menetapkan garis besar pengembangan energi nasional Vietnam 2030-2045 yang mendorong investasi dan pengembangan WtE. Hal ini semakin memperjelas posisi WtE sebagai infrastruktur strategis, ditambah peraturan kelistrikan yang dikeluarkan oleh *National Assembly* yang menjadikan WtE sebagai sumber listrik untuk ketahanan lingkungan.

Kebijakan diatas menggambarkan *political will* yang besar dari pemerintahan Vietnam ditambah dengan terintegrasinya kebijakan secara vertikal pada implementasi WtE (World Bank, 2022). Dengan kebijakan tersebut, Vietnam berhasil menjadi menarik menjadi daya tarik utama investor-investor dunia untuk menjalankan proyek WtE, terutama Republik Rakyat Tiongkok (Tiongkok).

Diplomasi Teknologi yang Baik

Tiongkok memainkan peran penting dalam implementasi WtE di Vietnam. Peran penting ini merupakan bagian dari agenda *Green Silk Road Initiatives*-nya dan upayanya untuk menjadi pemain utama dalam transisi energi dunia (Wang, Yichen. 2026; Downs, Erica and Zhou, Ziyue. 2026). Tiongkok yang telah terbukti berhasil dengan proyek-proyek WtE-nya terus meningkatkan kapasitas dan kuantitas produksi sehingga menjadi salah satu powerhouse WtE dunia, terutama dengan menggunakan teknologi *incineration* (Dong, et al., 2018; Lu, J W. et al., 2017; Wang, Yichen. 2026).

Keberhasilannya dalam memproduksi komersial teknologi WtE insinerasi menjadikan produknya tersebut sebagai salah satu produk eksportnya. Keberhasilan tersebut utamanya didorong oleh kemampuan untuk produksi secara massal dengan harga yang lebih murah dibandingkan teknologi dari Amerika Serikat dan negara-negara Eropa (China Global South, 2025). *Capital cost* yang lebih kecil ditambah *tipping fees* mem-

buat Vietnam mampu menerapkan Feed-in-tariff yang lebih kecil dibandingkan Indonesia. Adanya *tipping fees* juga membuat pemasukan (*revenue*) dari WtE Vietnam dapat lebih besar secara umum. Namun, perlu menjadi catatan bahwa impor WtE dari Tiongkok memiliki *trade-off* berupa ketergantungan Vietnam terhadap Tiongkok (Downs, Erica and Zhou, Ziyue. 2026).

***Bottleneck* Kelambatan dan Besarnya Biaya Modal *Waste-to-Energy* di Indonesia**

Pada bagian sebelumnya, telah dilakukan diagnosa masalah dan analisis yang menjelaskan perbedaan harga WtE di Vietnam dan di Indonesia serta *bottleneck* lambatnya implementasi WtE di Indonesia. *Waste-to-energy* merupakan salah satu cara dalam *waste management* yang juga memberikan energi alternatif. Dalam hierarki pengelolaan sampah, WtE berada diatas pembuangan langsung dan dibawah minimalisasi, penggunaan ulang, dan daur ulang sampah.

WtE dapat dilihat sebagai jalan tengah dalam mengelola persampahan sekaligus merubah kebiasaan masyarakat dalam mengelola sampah. WtE telah terbukti memiliki keunggulan dan kebermanfaatan yang tepat untuk Indonesia terutama dalam menghadapi kondisi sampah yang sedang dalam keadaan “darurat” dan sekaligus melakukan transisi energi.

Perubahan yang dilakukan oleh Pemerintah lewat Peraturan Presiden Nomor 109 Tahun 2025 menjadi batu loncatan untuk implementasi WtE Indonesia. Namun, masih banyak tantangan yang harus ditangani agar agenda WtE dapat berjalan dengan lancar. Dibalik murahnya biaya tarif listrik WtE Vietnam, terdapat faktor-faktor penting seperti posisinya yang strategis, tata kelola persampahan yang menjamin pasokan *feedstock*, pemilihan teknologi yang tepat, dan komitmen yang kuat dengan struktur politik yang mendukung.

Setelah membedah faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan Vietnam dan membandingkannya dengan Indonesia, berikut faktor-faktor yang menghambat implementasi WtE di Indonesia:

Faktor #1: Tingkat Kestrategisan WtE yang Masih Rendah dan Kurang Terarah

Posisi WtE saat ini sudah lebih strategis dibanding pada saat Perpres 35/108 masih berlaku. Hal ini dapat terlihat dari Perpres 109/2025 yang telah mengakui peran WtE sebagai salah satu sumber energi alternatif dan selaras dengan RUEN 2015-2050 dan RUKN 2025-2060, meskipun pada RUEN dan RUKN PLTSa masih sebatas dianggap turunan dari PLT Bioenergi.

Meskipun demikian, dibandingkan dengan Vietnam, WtE di Indonesia masih jauh dari kata strategis. Vietnam, yang memiliki tata kelola pemerintahan yang sentralistik, secara penuh memberikan dukungan terhadap pengimplementasian WtE melalui serangkaian kebijakan yang menempatkan WtE sebagai program strategis nasional.

Sementara itu, kebijakan mengenai WtE di Indonesia masih terfokus pada aspek perizinan, mekanisme atau teknis penyelenggaraan, perjanjian kerja sama serta belum memiliki arah yang jelas dan terukur. Hal ini terbatas karena WtE hanya diatur sebatas dalam Perpres saja dan tidak terintegrasi dengan aspek lainnya. Padahal, keputusan politik yang kuat untuk menjadikan WtE sebagai infrastruktur energi strategis yang terintegrasi dengan kebijakan perkotaan dapat menjadi *driving force* dalam implementasinya (Steffen, et al., 2022).

Faktor #2: Feedstock yang tidak pasti

Keberhasilan WtE sangat bergantung pada *feedstock* sebagai bahan baku utama pengkonversian energi. Indonesia sendiri baru mampu mengelola sekitar ~35.747 ton sampah per hari atau 25% dari timbunan sampah harian yang sebesar ~144.800 ton sampah, sedangkan Vietnam mampu mengelola sekitar ~63.154 ton sampah per hari dari timbunan sampah harian ~69.400 ton sampah. Karakteristik sampah di Indonesia mencapai tingkat kebasahan sebesar 65,28%.

Dalam implementasi WtE, sampah dengan kadar air yang tinggi, rendahnya cakupan pengelolaan, rendahnya nilai kalor, dan pemilahan sampah dari sumber yang belum optimal dapat menambah biaya tambahan pada desain pembangkit. Sehingga, *feedstock* WtE tidak terjamin secara kestabilan, konsentrasi dan *sustainability*. Keadaan ini menyebabkan terjadinya *waste supply risk*.

Dengan jaminan *feedstock* yang tidak pasti, pembangunan WtE dapat terhambat dan berpotensi meningkatkan biaya modal yang lebih tinggi. Risiko demikian sering ditemukan pada negara-negara berkembang (Ferdoush, et al., 2024), sehingga perlu melakukan pengintegrasian pengelolaan sampah antardaerah untuk menjamin terpenuhinya *feedstock* WtE yang dapat menekan risiko dan biaya dalam implementasi WtE.

Padahal, pembangunan WtE tidak perlu dibangun di setiap daerah, pengintegrasian antardaerah sangat dapat membantu dengan kolaborasi mengelola sampah bersama antardaerah untuk menjamin *feedstock*. Sebagai contoh, pengintegrasian pengelolaan sampah di wilayah Jabodetabek atau Bandung Raya.

Faktor #3: *Technological Mismatch* dan rendahnya kapasitas dalam negeri

Waste-to-Energy merupakan proyek yang sangat *technological heavy* dan tidak bisa menggunakan pendekatan *one-fit-for-all* (Lu, et al., 2025) di mana setiap teknologi dan desain memiliki peruntukannya masing-masing yang ditentukan oleh karakteristik sampah, geografi, kemampuan industri dan tenaga kerja dalam negeri, serta standar emisi yang ditetapkan (Vlachokostas, et al., 2021). Kedua PLTSA yang telah beroperasi saat ini dinilai tidak berhasil memenuhi potensinya dalam memproduksi listrik dan bentuk energi lainnya yang disebabkan oleh ketidakcocokannya dengan karakteristik sampah daerah tersebut yang pada akhirnya mengakibatkan rendahnya efisiensi dan meningkatnya biaya operasional.

Kompleksitas pemilihan teknologi dan desain WtE yang tepat ditambah (Farooq, et al., 2021) masih terdapat kekurangan dalam pengetahuan dan kapasitas dalam WtE (Tun, et al., 2020) merupakan salah satu kesulitan yang menyisakan risiko berupa *technological mismatch risk*. Maka dari itu, penting sekali untuk melibatkan ahli/akademisi dan institusi riset dalam penyusunan kebijakan dan pemilihan teknologi yang sesuai dengan karakteristik sampah Indonesia serta menjadikan pengembangan SDM sebagai salah satu misi dalam kebijakan WtE.

Faktor #4: *Political Will* yang rendah

Di luar perbedaan sistem politik, besarnya komitmen Vietnam untuk melakukan transisi energi yang dibuktikan lewat produk-produk hukumnya dan rencana nol bauran energi dari batubara serta besarnya peran pemerintah Vietnam dalam bekerja sama dengan sektor privat dalam pembangunan ekonomi dan mitigasi perubahan iklim telah berhasil menstimulus masuknya pendanaan dan investasi hijau.

Sebagai negara demokrasi dengan sistem desentralisasi, Indonesia sendiri dihadapi dengan tatanan politik yang jauh berbeda dengan Vietnam, yaitu rendahnya *political will* dari Pemerintah Daerah. Selain itu, masih adanya PLTU dalam bauran energinya (dengan teknologi atau pembakaran yang lebih rendah emisi) semakin menurunkan minat terhadap WtE, mengingat PLTU tetap menjadi *least cost option*.

Akibatnya, implementasi WtE di Indonesia menghadapi *offtake risk*. Terlebih lagi dengan kondisi *oversupply* listrik di Jawa-Madura-Bali (Jambali), keharusan penyesuaian kembali RUPTL dan hanya sebatas ditugaskan, membuat PLN tidak memiliki alasan yang kuat untuk membeli listrik produksi WtE.

Rekomendasi Kebijakan

Berdasarkan analisa yang telah dilakukan, GREAT Institute merekomendasikan untuk menjadikan **waste-to-energy sebagai infrastruktur energi strategis dan menerapkan kebijakan yang berorientasi misi, inovasi, dan teknologi**.

Untuk mengimplementasikan rekomendasi tersebut, GREAT Institute juga merekomendasikan objektif-objektif sebagai misi yang perlu dilakukan untuk menurunkan biaya modal WtE, *debottlenecking*, dan mengakselerasi implementasi Waste-to-Energy dapat dilakukan:

Misi #1: Memperkuat Produk Hukum dan Meningkatkan *Political Will* Terhadap Komitmen Transisi Energi

Misi ini diharapkan dapat menurunkan risiko *offtaker risk* dengan meningkatkan tingkat kestrategisannya melalui perubahan posisi WtE menjadi salah satu infrastruktur energi strategis dengan menguatkan

produk hukumnya dan secara eksplisit masuk ke dalam bauran energi dalam peraturan yang berlaku (RUEN/D, RUKN/D, dan RUPTL).

Penguatan produk hukum dapat memaksa pemerintah, baik pusat maupun daerah, untuk bekerja dalam kerangka hukum yang lebih kuat dan mengikat, sehingga memaksa seluruh lapisan pemerintah menyesuaikan diri dan rencananya dengan WtE.

Selain memasukkannya ke dalam bauran energi, Pemerintah perlu menunjukkan komitmen transisi energinya dan bergeser dari *business as usual* menjadi ekonomi berkelanjutan yang strategis untuk meningkatkan minat investasi hijau seperti yang dilakukan Vietnam (Urban, et al., 2018), misalnya dengan *phasing out* batubara (Do, et al., 2023) yang dapat dilakukan secara berkala dan memberi paket kebijakan dukungan implementasi WtE seperti Vietnam Prime Minister Decision 31/2014/QĐ-TTg.

Di lain sisi, orientasi PLN untuk memilih *least-cost option*, kondisi *oversupply* listrik di Jamali, dan sebatas penugasan menjadi salah satu risiko yang masih ada di dalam Perpres 109/2025. Sehingga, perlu mengubah mandat PLN dengan mengubah nomenklatur “ditugaskan” dalam Perpres 109/2025 Pasal 5 ayat (2) menjadi “diwajibkan”.

Misi #2: Pengintegrasian *Waste-to-Energy* dalam Kebijakan dan Tata Kelola Persampahan Daerah

Waste-to-energy perlu diintegrasikan ke dalam tata kelola persampahan dan perencanaan pembangunan daerah. Dengan mengurai permasalahan jaminan ketersediaan sampah, memperbaiki koordinasi antardaerah, dan menjadikan WtE sebagai salah satu infrastruktur ketahanan energi-lingkungan kedaerahan, diharapkan dapat menurunkan risiko dari *waste supply risk*.

Hal ini dapat dilakukan misalnya dengan memandatkan pemerintah daerah yang akan membangun PLTSa, baik per daerah ataupun antar daerah. Pemerintah pusat, misalnya lewat Kementerian Lingkungan Hidup juga dapat menginisiasi tercapainya misi ini dengan memetakan potensi tiap daerah dan memetakan potensi dibangunnya PLTSa, baik per daerah ataupun antar daerah.

Tidak hanya itu, WtE juga perlu terintegrasi dengan pengelolaan per-

sampahan dari hulu ke hilir. Misalnya, pembenahan tata kelola di hulu dengan pemanfaatan maggot, biopori, dan komposter pada skala rumah tangga dengan WtE di hilirnya.

Misi #3: *Objective and Technology Specific Incentive*

Kompleksitas implementasi WtE menjadi urgensi perlunya mengadopsi kebijakan berorientasi dan inovasi yang berfokus pada teknologi yang akan diadopsi beserta kapasitasnya secara spesifik, agenda inovasi, dan keterlibatan ahli atau akademisi dalam agenda implementasi WtE. Dengan pengadopsian *framework* ini, pelibatan *stakeholder* akan semakin kuat.

Dengan pengadopsian *framework* MOIP yang memiliki objektif terukur, menyasar teknologi secara spesifik berdasarkan karakteristik sampah daerah, memasukkan agenda pengembangan sumber daya manusia, pemerintah dapat menyusun skema insentif dan kompensasi yang lebih tepat dan terukur sesuai dengan kecapaian misi serta ketepatan pengimplementasian teknologi. Lewat misi ini, diharapkan dapat menurunkan *technological mismatch risk* dan meningkatkan kapasitas tenaga kerja dalam negeri.

Secara lebih detail, ilustrasi perbandingan Perpres 109/2025 dengan peraturan mengenai WtE dengan mengimplementasikan rekomendasi GREAT Institute beserta *game play* dari masing-masingnya akan dilampirkan pada bagian lampiran.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hierarki Hukum Vietnam dan Penjelasan (Law No. 80/2015/QH13)

Level	Bentuk Hukum/Aturan	Dikeluarkan Oleh	Fungsi & Kekuatan Hukum
1	Konstitusi	National Assembly	Hukum dasar tertinggi NSVR; menjadi landasan bagi seluruh peraturan di bawahnya. Mengatur struktur negara, HAM, dan prinsip fundamental bernegara. Semua peraturan wajib konsisten dan tidak boleh bertentangan dengan Konstitusi. Kekuatan: MUTLAK Tidak dapat dibatalkan oleh instrumen hukum apapun; hanya dapat diubah oleh National Assembly melalui prosedur konstitusional khusus. [Art. 14]
2	Codes, Laws, Resolutions of the National Assembly	National Assembly	UU mengatur: (a) struktur dan operasi lembaga negara; (b) HAM dan kewajiban dasar warga negara; (c) kebijakan fiskal, keuangan, dan perpajakan; (d) kebijakan budaya, pendidikan, kesehatan, iptek, dan lingkungan; (e) pertahanan-keamanan; (f) kebijakan etnis dan agama; (g) urusan luar negeri. Resolusi NA mengatur distribusi anggaran pusat-daerah, kebijakan pilot baru, amnesti, dan keadaan darurat. Kekuatan: SANGAT KUAT Hanya NA yang dapat membuat, mengubah, atau mencabut; mengikat seluruh individu, lembaga, dan pemerintah daerah di Vietnam. [Art. 15]
3	Ordinances, Resolutions; Joint Resolutions between SCNA and Management Board of Central Committee of VFF	Standing Committee of the National Assembly	Menafsirkan Konstitusi, UU, dan Ordinansi; mengatur isu yang didelegasikan NA; mendeklarasikan mobilisasi atau keadaan darurat ketika NA tidak bersidang; memberi panduan operasional People's Councils; menangguhkan atau membatalkan peraturan yang bertentangan UU. Ordinansi bersifat sementara hingga NA meninjau kembali. Kekuatan: KUAT Berlaku nasional; berfungsi sebagai penafsir resmi konstitusi dan penjaga konstitusionalitas saat NA tidak bersidang. [Art. 16]
4	Orders, Decisions of the President	President of the Socialist Republic of Vietnam	Mendeklarasikan mobilisasi (penuh/sebagian), keadaan darurat, dan pembatalannya berdasarkan resolusi SCNA; atau secara langsung jika SCNA tidak dapat bersidang. Mengatur isu lain dalam wewenang konstitusional Presiden sebagai kepala negara. Kekuatan: KUAT Seremonial-protokoler: mengikat seluruh aparaturnegara, namun PM yang menjalankan pemerintahan operasional sehari-hari. [Art. 17]
5	Decrees of the Government; Joint Resolutions between Government and Management Board of Central Committee of VFF	Government (Cabinet / Collective)	Panduan teknis implementasi UU, Ordinansi, dan Keputusan Presiden; mengatur seluruh bidang administrasi negara (sosial-ekonomi, keuangan, pajak, lingkungan, diplomatik, dll.); dapat mengatur isu baru yang belum diatur UU/Oordinansi dengan persetujuan SCNA terlebih dahulu. Kekuatan: SANGAT KUAT Secara operasional: mengikat seluruh kementerian, lembaga pemerintah, pemerintah daerah, BUMN, dan warga negara. [Art. 19]

Level	Bentuk Hukum/Aturan	Dikeluarkan Oleh	Fungsi & Kekuatan Hukum
6	Decision of the Prime Minister	Prime Minister	Mengatur mekanisme kerja pemerintahan dan sistem administrasi negara dari pusat ke daerah; mengawasi dan mengkoordinasi implementasi kebijakan oleh menteri, kepala lembaga, dan pemerintah daerah; menetapkan insentif khusus dan kebijakan investasi untuk proyek strategis. Kekuatan: KUAT Mengikat penuh seluruh aparatur pemerintah, BUMN, dan pemerintah daerah tanpa perlu legislasi tambahan; diperkuat oleh legitimasi politik CPV Politbiro (PM = peringkat ke-3 dalam hierarki Politbiro). [Art. 20]
7	Resolutions of Judge Council of the People's Supreme Court	Judge Council of the People's Supreme Court	Memberikan panduan penerapan hukum yang seragam dalam proses adjudikasi; merangkum praktik penerapan hukum dan mensupervisi peradilan di seluruh tingkatan. Bukan membuat hukum baru, melainkan menginterpretasi UU untuk keperluan pengadilan. Kekuatan: MENGIKAT Di sistem peradilan: menjadi referensi yurisprudensi wajib bagi seluruh hakim di Vietnam. [Art. 21]
8	Circulars (Chief Justice SPC; Chief Procurator SPP; Ministers/Ministerial Heads; Joint Circulars); Decisions of State Auditor General	Chief Justice SPC; Chief Procurator SPP; Ministers / Heads of Ministerial Agencies; State Auditor General	Panduan teknis sektoral implementasi UU, Dekret, dan Keputusan PM di bidang masing-masing kementerian/ lembaga; mengatur manajemen internal organisasi. Joint Circulars mengatur kerjasama lintas-kementerian dalam proses peradilan. State Auditor General menetapkan standar, prosedur, dan dokumen audit negara. Kekuatan: MENGIKAT Di sektor terkait: ujung tombak implementasi regulasi yang paling langsung dirasakan pelaku usaha dan masyarakat. [Arts. 22–26]
9	Resolutions of the People's Councils of Provinces	Provincial People's Councils	Panduan implementasi peraturan nasional di tingkat provinsi; menetapkan kebijakan sosial-ekonomi, anggaran daerah, dan pertahanan-keamanan lokal; dapat menetapkan kebijakan khusus sesuai kondisi pembangunan daerah setempat. Kekuatan: TERBATAS Di wilayah provinsi: subordinat terhadap semua peraturan nasional (Level 1–8). [Art. 27]
10	Decisions of the People's Committees of Provinces	Provincial People's Committees	Pelaksanaan administrasi negara di tingkat provinsi; implementasi kebijakan pusat dan Resolusi People's Council provinsi terkait pembangunan sosial-ekonomi, anggaran, dan pertahanan-keamanan. Mengatur fungsi manajemen negara di wilayah provinsi. Kekuatan: TERBATAS Di wilayah provinsi: bersifat eksekutif/administratif; harus konsisten dengan semua peraturan di atasnya. [Art. 28]
11	Legal Normative Documents of Local Governments in Administrative-Economic Units	Local Governments of Administrative-Economic Units	Mengatur tata kelola kawasan/unit ekonomi administratif khusus (kawasan ekonomi khusus, zona industri khusus) sesuai Law 80/2015 dan peraturan terkait. People's Councils mengeluarkan resolusi; People's Committees mengeluarkan keputusan. Kekuatan: SANGAT TERBATAS Hanya berlaku di unit administratif-ekonomi yang bersangkutan. [Art. 29]

Level	Bentuk Hukum/Aturan	Dikeluarkan Oleh	Fungsi & Kekuatan Hukum
12	Resolutions of the People's Councils of Districts	District People's Councils	Mengatur isu yang didelegasikan UU di tingkat distrik/kabupaten; menetapkan kebijakan dan program lokal sesuai kewenangan yang diberikan oleh peraturan yang lebih tinggi. Kekuatan: SANGAT TERBATAS Di wilayah distrik: subordinat terhadap semua level di atasnya. <i>[Art. 30]</i>
13	Decisions of the People's Committees of Districts	District People's Committees	Administrasi negara di tingkat distrik/kabupaten; implementasi kebijakan provinsi dan nasional di level kabupaten sesuai isu yang didelegasikan UU. Kekuatan: SANGAT TERBATAS Di wilayah distrik: bersifat teknis-administratif. <i>[Art. 30]</i>
14	Resolutions of the People's Councils of Communes	Commune People's Councils	Mengatur isu yang didelegasikan UU di tingkat desa/kelurahan/kecamatan; menetapkan program kerja, anggaran, dan prioritas lokal komunitas paling dasar. Kekuatan: PALING TERBATAS Di tingkat desa/kelurahan: hanya berlaku di wilayah komunitas terkecil. <i>[Art. 30]</i>
15	Decisions of the People's Committees of Communes	Commune People's Committees	Administrasi langsung di level komunitas terkecil; implementasi kebijakan dan Resolusi People's Council desa/kelurahan; penyelenggaraan urusan pemerintahan di tingkat desa/kelurahan/kecamatan. Kekuatan: PALING TERBATAS Instrumen hukum terendah dalam hierarki Vietnam; hanya berlaku dan mengikat di tingkat desa/kelurahan setempat. <i>[Art. 30]</i>

Lampiran 2. Hierarki Hukum Indonesia dan Penjelasan (Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2022)

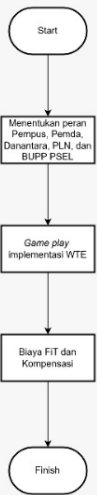
Level	Bentuk Hukum / Aturan	Dikeluarkan Oleh	Fungsi & Kekuatan Hukum
1	Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 (UUD NRI 1945)	Majelis Permusyawaratan Rakyat (MPR) <i>(sebagai majelis konstitu- ante)</i>	Hukum dasar tertulis tertinggi RI; merupakan Staatsgrundgesetz dalam teori Nawiasky dan Hans Kelsen. Pancasila berfungsi sebagai Staatsfundamentalnorm (meta-norma) di atasnya — sumber dari segala sumber hukum negara (Pasal 2 UU 12/2011). Memuat: struktur ketatanegaraan, pembagian kekuasaan, hak asasi manusia, dan prinsip-prinsip fundamental ber-negara. Seluruh peraturan di bawahnya wajib bersumber dan tidak boleh bertentangan. Kekuatan: MUTLAK Hanya dapat diubah oleh MPR melalui prosedur Pasal 37 UUD (kuorum 2/3 anggota + 50%+1 suara); uji konstitusio-nal oleh Mahkamah Konstitusi (MK). <i>[Pasal 3 UU 12/2011]</i>
2	Ketetapan Majelis Per-musyawaratan Rakyat (TAP MPR)	Majelis Permusyawaratan Rakyat (MPR)	Merujuk pada TAP MPR yang masih berlaku sebagaimana ditetapkan dalam TAP MPR No. I/MPR/2003 (3 TAP masih berlaku, 8 memerlukan tindak lanjut legislatif). Berfungsi sebagai pedoman kehidupan berbangsa dan bernegara pada hal-hal fundamental yang tidak/belum diatur dalam UUD 1945. TAP MPR bukan konstitusi — dihasilkan melalui sidang MPR biasa, bukan prosedur amendemen. DPR, Pemerintah, dan lembaga negara lainnya wajib memperhatikan TAP MPR yang masih berlaku dalam pembentukan semua peratu-ran di bawahnya. Kekuatan: SANGAT KUAT Jumlah TAP yang masih berlaku sangat terbatas; kekuatan hukumnya tidak sejelas UUD 1945 karena tidak ada me-kanisme judicial review khusus. Bersifat 'statis' — tidak dapat dibuat TAP MPR baru dalam sistem konstitusional pasca-amendemen. <i>[Pasal 7 ayat (1) huruf b UU 12/2011]</i>
3	Undang-Undang (UU) / Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang (Perppu)	UU: DPR + Presiden <i>(persetujuan bersama)</i> Perppu: Presiden <i>(kondisi kepentingan me- maks)</i>	UU mengatur: (a) penjabaran lebih lanjut ketentuan UUD; (b) pengesahan perjanjian internasional tertentu; (c) tindak lanjut putusan MK; (d) pemenuhan kebutuhan hukum masyarakat. Harus melalui pembahasan di DPR bersama Pre-siden dan dapat menggunakan metode Omnibus (inovasi UU 13/2022). Perppu: materi muatannya setara dengan UU (Pasal 11), namun ditetapkan Presiden secara unilateral dalam 'ihwal kepentingan yang memaksa'; wajib diajukan ke DPR pada masa sidang berikutnya — DPR dapat menolak (Perppu batal) atau menyetujui (menjadi UU). Kekuatan: SANGAT KUAT Produk co-legislasi DPR + Presiden; dapat diuji oleh MK (uji materiil: bertentangan dengan UUD) dan oleh DPR (uji politis). MA berwenang menguji peraturan di bawah UU terhadap UU. <i>[Pasal 10, 11 UU 12/2011; Pasal 9(1) UU 12/2011]</i>

Level	Bentuk Hukum / Aturan	Dikeluarkan Oleh	Fungsi & Kekuatan Hukum
4	Peraturan Pemerintah (PP)	Presiden RI <i>(ditetapkan untuk menjalankan UU)</i>	Ditetapkan oleh Presiden untuk menjalankan Undang-Undang sebagaimana mestinya (Pasal 12 UU 12/2011). PP bersifat derivatif: tidak dapat berdiri sendiri tanpa UU yang mendelegasikan; tidak dapat mengatur hal-hal di luar yang diperintahkan UU. Materi muatan: ketentuan teknis dan operasional pelaksanaan UU; dapat mencakup aspek prosedural, kualifikasi, perizinan, dan pengelolaan yang diperlukan untuk implementasi UU. Proses penyusunan direncanakan melalui Program Penyusunan PP (Pasal 24). Kekuatan: KUAT (derivatif) Mengikat seluruh kementerian, lembaga, pemerintah daerah, dan masyarakat; dapat diuji oleh MA (Pasal 9 ayat 2) jika bertentangan dengan UU. Tidak dapat mengatur substansi baru di luar mandat UU. <i>[Pasal 12 UU 12/2011]</i>
5	Peraturan Presiden (Perpres)	Presiden RI <i>(atas perintah peraturan yang lebih tinggi atau dalam penyelenggaraan kekuasaan pemerintahan)</i>	Materi muatan: (a) yang diperintahkan oleh UU; (b) untuk melaksanakan PP; (c) untuk menyelenggarakan kekuasaan pemerintahan (Pasal 13 UU 12/2011). Lebih fleksibel dari PP karena dapat diterbitkan berdasarkan fungsi pemerintahan tanpa delegasi eksplisit UU tertentu. Dalam praktik: Perpres sering digunakan untuk kebijakan investasi (PLTSa, KLIK, kawasan ekonomi), penugasan BUMN, pembentukan lembaga, dan pengesahan perjanjian kerjasama teknis. Tidak memerlukan persetujuan DPR. Kekuatan: KUAT (fleksibel) Lebih rentan perubahan antar periode kepresidenan. Dapat diuji oleh MA jika bertentangan dengan UU. Tidak sekuat PP dalam hal delegasi legislative. Dalam konteks perbandingan: setara formal dengan PM Decision Vietnam, namun jauh lebih lemah secara implementasi karena sistem pluralistik dan judicial review aktif. <i>[Pasal 13 UU 12/2011]</i>
6	Peraturan Daerah Provinsi (Perda Provinsi)	DPRD Provinsi + Gubernur <i>(persetujuan bersama)</i>	Mengatur penyelenggaraan otonomi daerah dan tugas pembantuan di tingkat provinsi; menampung kondisi khusus daerah; dan/atau menjabarkan lebih lanjut peraturan perundang-undangan yang lebih tinggi (Pasal 14 UU 12/2011). Produk ko-legislasi DPRD Provinsi + Gubernur. Dapat memuat ketentuan pidana: ancaman pidana kurungan paling lama 6 (enam) bulan atau denda paling banyak Rp50.000.000,00 (Pasal 15). Tidak dapat bertentangan dengan kepentingan umum dan/atau peraturan yang lebih tinggi. Kekuatan: TERBATAS Berlaku hanya di wilayah provinsi yang bersangkutan. Dapat diuji oleh MA (terhadap UU) atau dibatalkan oleh Pemerintah Pusat dalam konteks pengawasan otonomi daerah (executive review). Tunduk pada asas Lex Superior Derogat Legi Inferiori. <i>[Pasal 14, 15 UU 12/2011]</i>

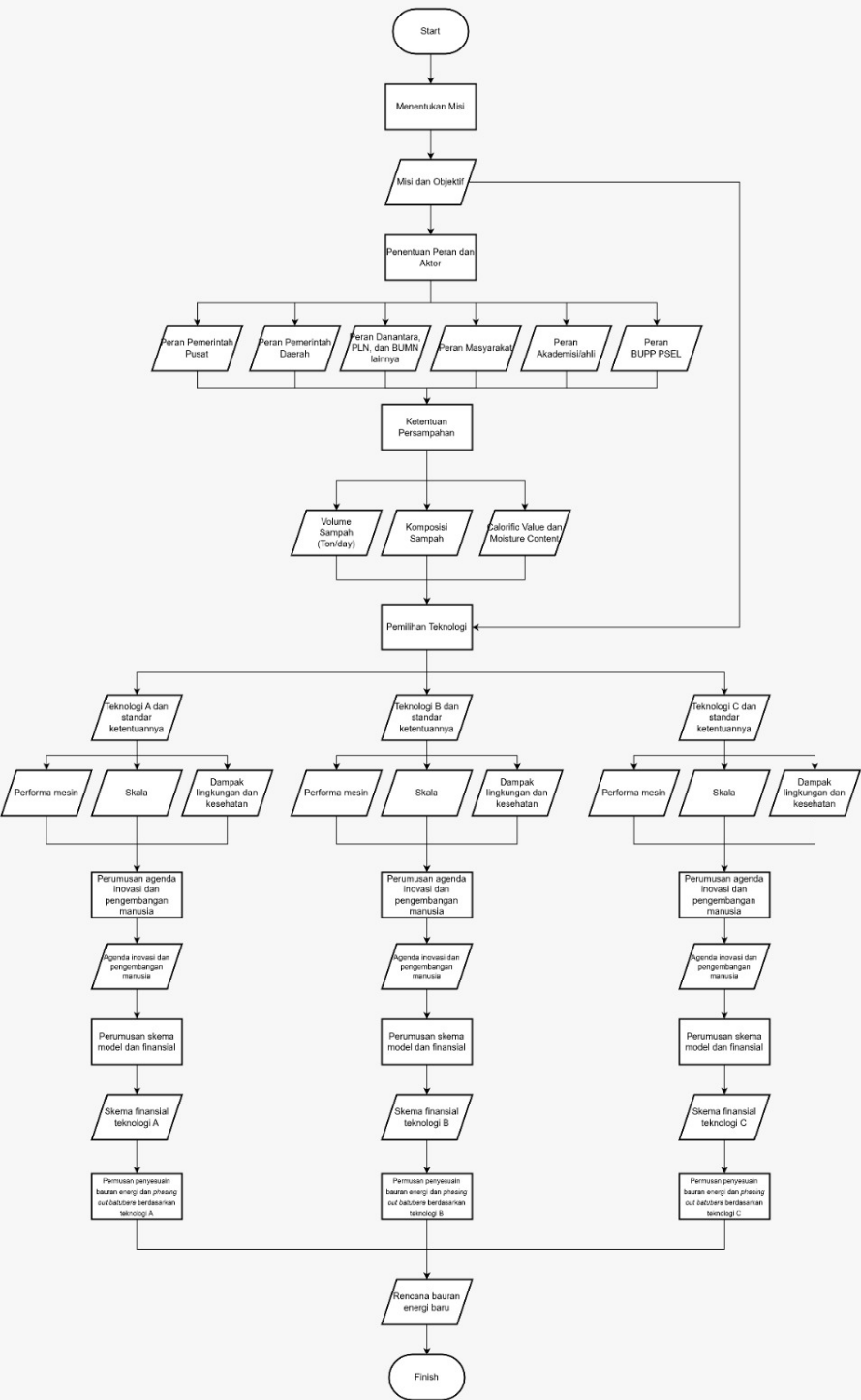
Level	Bentuk Hukum / Aturan	Dikeluarkan Oleh	Fungsi & Kekuatan Hukum
7	Peraturan Daerah Kabupa- ten/Kota (Perda Kabupaten/ Kota)	DPRD Kabupaten/Kota + Bu- pati/Walikota <i>(persetujuan bersama)</i>	Mengatur penyelenggaraan otonomi daerah dan tugas pembantuan di tingkat kabupaten/kota; menampung kondisi dan kebutuhan khusus daerah; dan/atau penjabaran lebih lanjut peraturan yang lebih tinggi (Pasal 14 UU 12/2011). Produk ko-legislasi DPRD Kab/Kota + Bupati/Walikota. Sama seperti Perda Provinsi, dapat memuat ketentuan pidana (kurungan maks 6 bulan atau denda maks Rp50 juta). Tidak boleh bertentangan dengan Perda Provinsi, UU, PP, Perpres, dan UUD 1945. Kekuatan: SANGAT TERBATAS Instrumen hukum terendah dalam hierarki formal Pasal 7. Berlaku hanya di wilayah kabupaten/kota bersangkutan. Dapat diuji oleh MA atau dibatalkan oleh gubernur/Pemerintah Pusat. Tunduk pada semua peraturan di atasnya. <i>[Pasal 14, 15 UU 12/2011]</i>
INSTRUMEN HUKUM DI LUAR HIERARKI PASAL 7 — <i>diakui berdasarkan Pasal 8 UU 12/2011 jo. UU 13/2022</i> Mencakup peraturan yang ditetapkan oleh: MPR, DPR, DPD, Mahkamah Agung (MA), Mahkamah Konstitusi (MK), Badan Pemeriksa Keuangan (BPK), Komisi Yudisial (KY), Bank Indonesia (BI), Menteri (Permen/Permenpupr/dll.), badan/lembaga/komisi setingkat yang dibentuk berdasarkan UU, DPRD Provinsi, Gubernur, DPRD Kabupaten/Kota, Bupati/Walikota, dan Kepala Desa/ yang setingkat. Kekuatan hukum: DIAKUI (bersyarat) — mengikat secara hukum sepanjang diperintahkan oleh peraturan yang lebih tinggi atau dibentuk berdasarkan kewenangan yang sah (Pasal 8 ayat 2). Peraturan Menteri adalah yang paling signifikan di antara instrumen Pasal 8 dalam praktik administrasi negara.			

Lampiran 3. Perbandingan Isi Peraturan Perpres 109/2025 dengan rekomendasi GREAT Institute

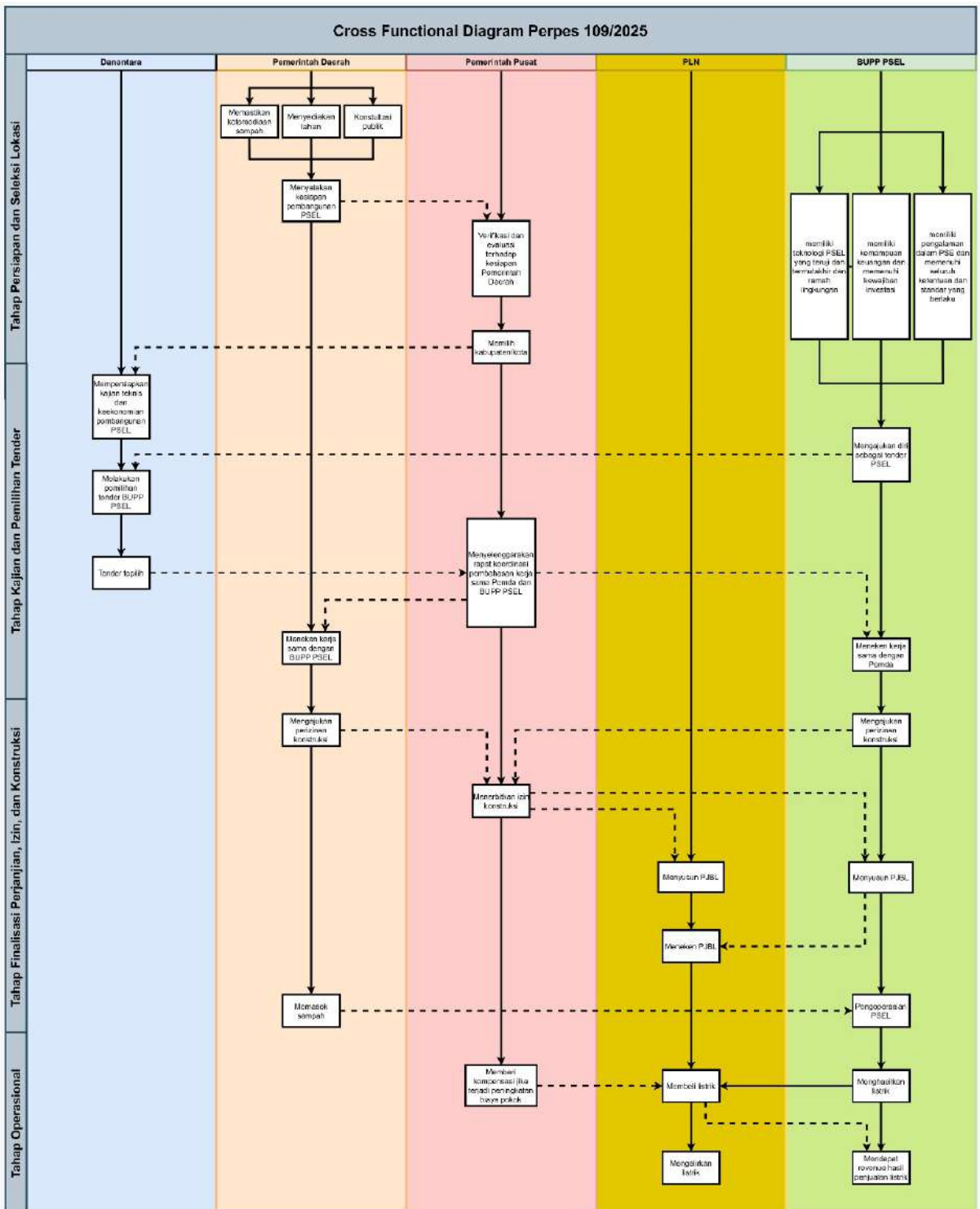
Perpres 109/2025

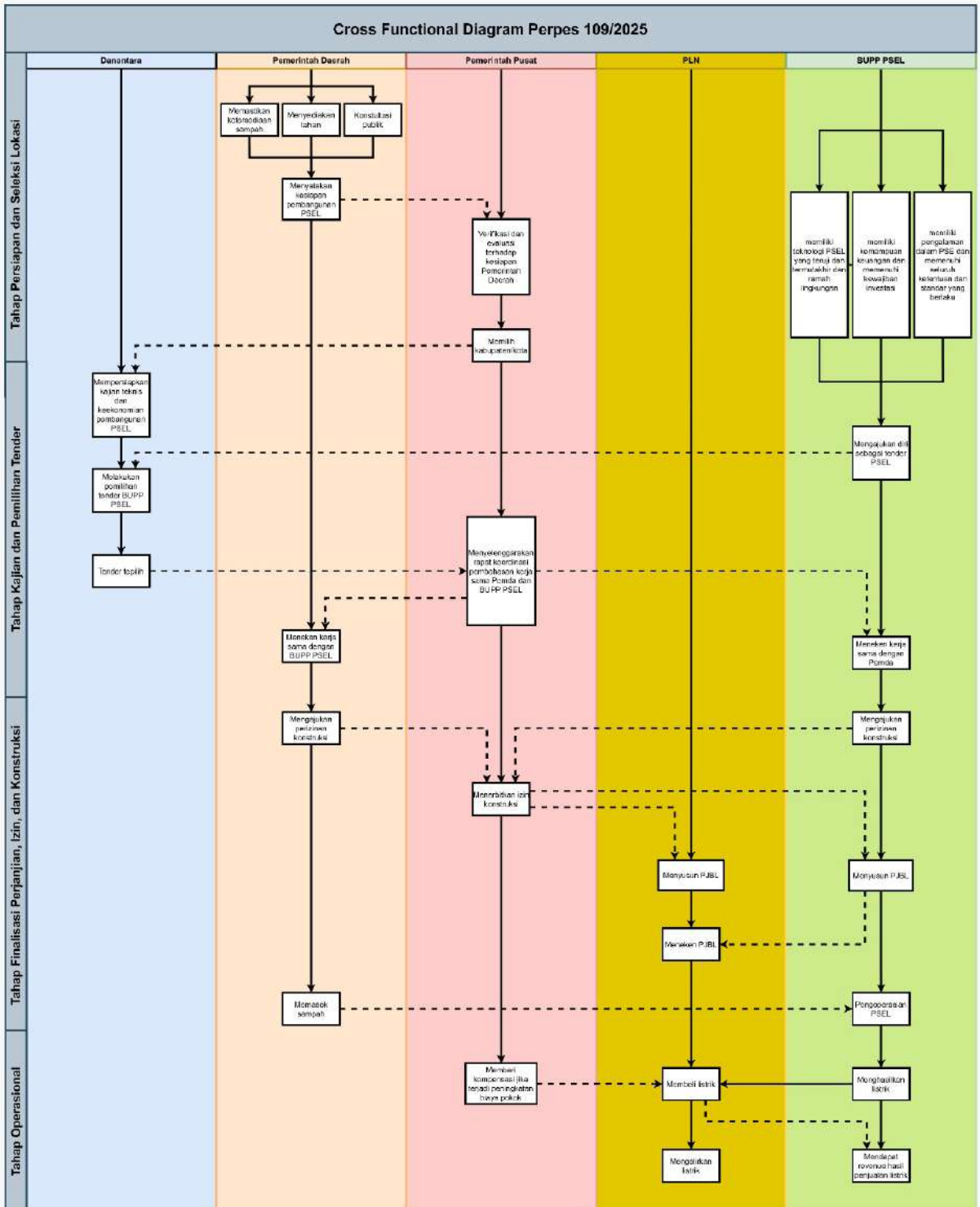


Rekomendasi GREAT Institute



Lampiran 4. *Game Play* Perpres 109/2025



Lampiran 5. *Game Play* Rekomendasi GREAT Institute

Referensi

Buku

- Laporan Kinerja Ditjen EBTKE Kementerian ESDM. (2022-2025). Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Laporan Kinerja Ditjen Gatrik Kementerian ESDM. (2022-2025). Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- Laporan Kinerja Kementerian ESDM. (2022-2025). Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia.
- OECD (2023), OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023: Enabling Transitions in Times of Disruption, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/0b55736e-en>.
- Pengeluaran Untuk Konsumsi Penduduk Indonesia Maret 2025. (2025). Badan Pusat Statistik Republik Indonesia.
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. (2025). Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia.

Jurnal

- Adnan, A., Mahmud, S., Uddin, M., Modi, A., Ehsan, M. M., & Salehin, S. (2021). Energy, Exergy, Exergoeconomic, and environmental (4E) analyses of thermal power plants for municipal solid waste to energy application in Bangladesh. *Waste Management*, 134, 136–148.
- Do, T. N., & Burke, P. J. (2023). Phasing out coal power in a developing country context: Insights from Vietnam. *Energy Policy*, 176, 113512.
- Dong, J., Tang, Y., Nzihou, A., Chi, Y., Weiss-Hortala, E., Ni, M., & Zhou, Z. (2018). Comparison of waste-to-energy technologies of gasification and incineration using life cycle assessment: Case studies in Finland, France and China. *Journal of Cleaner Production*, 203, 287–300.
- Farooq, A., Haputta, P., Silalertruksa, T., & Gheewala, S. H. (2021). A framework for the selection of suitable waste to energy technologies for a sustainable municipal solid waste management system. *Frontiers in Sustainability*, 2, 681690.
- Fernández-Gonzalez, J. M., Grindlay, A. L., Serrano-Bernardo, F., Rodríguez-Rojas, M. I., & Zamorano, M. (2017). Economic and environmental review of Waste-to-Energy systems for municipal solid waste management in medium and small municipalities. *Waste Management*, 67, 360–374.
- Ferdoush, M. R., Al Aziz, R., Karmaker, C. L., Debnath, B., Limon, M. H., & Bari, A. M. (2024). Unraveling the challenges of waste-to-energy transition in emerging economies: Implications for sustainability. *Innovation and Green Development*, 3(2), 100121.

- Finnveden, G., Johansson, J., Lind, P., & Moberg, Å. (2005). Life cycle assessment of energy from solid waste—part 1: general methodology and results. *Journal of Cleaner Production*, 13(3), 213-229.
- Hsu, H. W., Binyet, E., Nugroho, R. A. A., Wang, W. C., Srinophakun, P., Chein, R. Y., ... & Laemthong, T. (2024). Toward sustainability of Waste-to-Energy: An overview. *Energy Conversion and Management*, 321, 119063.
- Intharathirat, R., Salam, P. A., Kumar, S., & Untong, A. (2015). Forecasting of municipal solid waste quantity in a developing country using multivariate grey models. *Waste Management*, 39, 3-14.
- Korai, M. S., Mahar, R. B., & Uqaili, M. A. (2016). Optimization of waste to energy routes through biochemical and thermochemical treatment options of municipal solid waste in Hyderabad, Pakistan. *Energy Conversion and Management*, 124, 333-343.
- Kumar, A., Singh, E., Mishra, R., Lo, S. L., & Kumar, S. (2023). Global trends in municipal solid waste treatment technologies through the lens of sustainable energy development opportunity. *Energy*, 275, 127471.
- Kusumaningtiar, D. A., & Vionalita, G. (2022). Household solid waste management and composition in Bekasi, Indonesia. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 10(E), 1472-1475.
- Lu, Y., Tibebe, T.B., Lou, J., Ambaye, T.B., Andhikaputra, G., Astuti, S., Farahdiba, A.U., Iswara, A.P., Lima, A.T. "Municipal Solid Waste in Indonesia: Challenges, Opportunities, and the Role of Waste-to-Energy Power Plants." Center for Global Sustainability, University of Maryland. 7 pp.
- Liu, J., Li, Q., Gu, W., & Wang, C. (2019). The impact of consumption patterns on the generation of municipal solid waste in China: Evidences from provincial data. *International journal of environmental research and public health*, 16(10), 1717.
- Lombardi, L., Carnevale, E., & Corti, A. (2015). A review of technologies and performances of thermal treatment systems for energy recovery from waste. *Waste management*, 37, 26-44.
- Makarichi, L., Jutidamrongphan, W., & Techato, K. A. (2018). The evolution of waste-to-energy incineration: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 91, 812-821. Sajid, M., Raheem, A., Ullah, N., Asim, M., Rehman, M. S. U., & Ali, N. (2022). Gasification of municipal solid waste: Progress, challenges, and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 168, 112815.
- Mazzucato, M. (2018). Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. *Industrial and corporate change*, 27(5), 803-815.
- Menikpura, S. N. M., Sang-Arun, J., & Bengtsson, M. (2016). Assessment of environmental and economic performance of Waste-to-Energy facilities in Thai cities. *Renewable Energy*, 86, 576-584.
- Mukherjee, C., Denney, J., Mbonimpa, E. G., Slagley, J., & Bhowmik, R. (2020). A review on municipal solid waste-to-energy trends in the USA. *Renewable and Sus-*

tainable Energy Reviews, 119, 109512.

- Murphy, J. D., & McKeogh, E. (2004). Technical, economic and environmental analysis of energy production from municipal solid waste. *Renewable energy*, 29(7), 1043-1057.
- Steffen, B., & Waidelich, P. (2022). Determinants of cost of capital in the electricity sector. *Progress in Energy*, 4(3), 033001.
- Murphy, J. D., & McKeogh, E. (2004). Technical, economic and environmental analysis of energy production from municipal solid waste. *Renewable energy*, 29(7), 1043-1057.
- Mutz, Dieter. Hengevoss, Dirk. Hugl, Christoph. Gross, Thomas. (2017). *Waste-to-Energy Options in Municipal Solid Waste Management: A Guide for Decision Makers in Developing and Emerging Countries*. GIZ.
- Peng, X., Jiang, Y., Chen, Z., Osman, A. I., Farghali, M., Rooney, D. W., & Yap, P. S. (2023). Recycling municipal, agricultural and industrial waste into energy, fertilizers, food and construction materials, and economic feasibility: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 21(2), 765–801.
- Setyono, P., Raharjo, S., Chegenizadeh, A., Budihardjo, M. A., & Wati, H. R. (2025). Review on waste-to-energy towards circular economy using life cycle assessment. *Sustainable Futures*, 10, 101164.
- Somorin, T. O., Adesola, S., & Kolawole, A. (2017). State-level assessment of the waste-to-energy potential (via incineration) of municipal solid wastes in Nigeria. *Journal of Cleaner Production*, 164, 804-815.
- Steffen, B., & Waidelich, P. (2022). Determinants of cost of capital in the electricity sector. *Progress in Energy*, 4(3), 033001.
- Sun, Y., Qin, Z., Tang, Y., Huang, T., Ding, S., & Ma, X. (2021). Techno-environmental-economic evaluation on municipal solid waste (MSW) to power/fuel by gasification-based and incineration-based routes. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(5), 106108.
- Tan, S. T., Ho, W. S., Hashim, H., Lee, C. T., Taib, M. R., & Ho, C. S. (2015). Energy, economic and environmental (3E) analysis of waste-to-energy (WTE) strategies for municipal solid waste (MSW) management in Malaysia. *Energy Conversion and Management*, 102, 111-120.
- Tun, M. M., Palacky, P., Juchelkova, D., & Šířař, V. (2020). Renewable waste-to-energy in southeast Asia: Status, challenges, opportunities, and selection of waste-to-energy technologies. *applied sciences*, 10(20), 7312.
- Van Dinh, P., Van Toi, P., & Bach, L. T. (2025). Characterization of municipal solid waste in Vietnam: Case study in Nghe An province. *JOURNAL OF MATERIALS & CONSTRUCTION*, 15(02), 13-Page.
- Varjani, S., Shahbeig, H., Popat, K., Patel, Z., Vyas, S., Shah, A. V., ... & Tabatabaei, M. (2022). Sustainable management of municipal solid waste through waste-to-energy technologies. *Bioresource technology*, 355, 127247.

Vlachokostas, C., Michailidou, A. V., & Achillas, C. (2021). Multi-criteria decision analysis towards promoting waste-to-energy management strategies: a critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 138, 110563.

Widyarsana, I. M. W., Ningrat, B. C., & Dewi, N. S. (2026). Analisis Potensi Pengelolaan Sampah Domestik Skala Mikro di Kecamatan Johar Baru, Jakarta Pusat. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 14(1), 169-184.

Zamri, M. F. M. A., Hasmady, S., Akhiar, A., Ideris, F., Shamsuddin, A. H., Mofijur, M., ... & Mahlia, T. M. I. (2021). A comprehensive review on anaerobic digestion of organic fraction of municipal solid waste. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137, 110637.

Zhang, D., Huang, G., Xu, Y., & Gong, Q. (2015). Waste-to-Energy in China: Key challenges and opportunities. *Energies*, 8(12), 14182–14196.

Peraturan Perundang-undangan

Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.

Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2022 tentang Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2011 tentang Pembentukan Peraturan Perundang-undangan (PPP).

Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.

Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.

Peraturan Presiden Nomor 35 Tahun 2018 tentang Percepatan Pembangunan Instalasi Pengolah Sampah Menjadi Energi Listrik Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan.

Peraturan Presiden Nomor 109 Tahun 2025 tentang Penanganan Sampah Perkotaan Melalui Pengolahan Sampah Menjadi Energi Terbarukan Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan.

Peraturan Menteri ESDM Nomor 27 Tahun 2014 tentang Pembelian Tenaga Listrik dari Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa dan Pembangkit Listrik Tenaga Biogas Oleh PT Perusahaan Listrik Negara.

Central Committee of The Communist Party of Vietnam Ref. 55-NQ/TW Resolution of the Politburo On Orientations of the Viet Nam's National Energy Development Strategy to 2030 and outlook to 2045

Vietnam National Assembly Law No. 80/2015/QH13 On Promulgation of Normative Documents

Vietnam Prime Minister Decision 500/QĐ-TTg on Power Development Plan VIII 2021-2030.

Vietnam Prime Minister Decision 31/2014/QĐ-TTg on support mechanism for the de-

velopment of power generation projects using solid waste(s) in Vietnam.

Vietnam Ministry of Industry and Trade Decision 32/2015/TT-BCT on project development and Standardized Power Purchase Agreement for power generation projects using solid wastes.

Website

Downs, Erica. Zhou, Ziyue. (2026). China's Energy Powerhouse Ambitions. Columbia University: Center on Global Energy Policy.
<https://www.energypolicy.columbia.edu/chinas-energy-powerhouse-ambitions/>

Penduduk, Laju Pertumbuhan Penduduk, Distribusi Persentase Penduduk, Kepadatan Penduduk, Rasio Jenis Kelamin Penduduk Menurut Provinsi, 2025. (2025). Badan Pusat Statistik Republik Indonesia:
<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/1ZSbFRUY3lTbFpEYTNsVWNGcD-Zjek53YkhsNFFUMDkjMyMwMDAw/jumlah-penduduk--laju-pertumbuhan-penduduk--distribusi-persentase-penduduk--kepadatan-penduduk--rasio-jenis-kelamin-penduduk-menurut-provinsi.html?year=2021>.

Rata-rata Pengeluaran per Kapita Sebulan Makanan dan Bukan Makanan di Daerah Perkotaan dan Perdesaan Menurut Provinsi (rupiah), 2025. (2025). Badan Pusat Statistik Republik Indonesia:
<https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/V1ZKMWVrSTNOek5ZZUZOCV-ZEZGFVaUvV0hWalFUMDkjMw%3D%3D/rata-rata-pengeluaran-per-kapita-sebulan-makanan-dan-bukan-makanan-di-daerah-perkotaan-dan-perdesaan--menurut-provinsi--2019.html?year=2025>.

Yunis Sharifli. (2025), Turning Trash into Treasure: Chinese Waste-to-Energy <https://chinaglobalsouth.com/analysis/china-waste-to-energy-central-asia/>

Vietnam National Statistic Office. (2025). Press release social-economic situation in the fourth quarter and 2025. https://www.nso.gov.vn/en/data-and-statistics/2026/01/press-release-social-economic-situation-in-the-fourth-quarter-and-2025/?utm_

Vietnam News. (2025). Waste sorting at source faces obstacles eight months after nationwide rollout <https://vietnamnews.vn/environment/1724632/waste-sorting-at-source-faces-obstacles-eight-months-after-nationwide-rollout.html>

Wang, Yichen. (2026). Turning Waste Into Wealth: Chinese Firms Are Expanding Into Southeast Asia. Fulcrum: <https://fulcrum.sg/turning-waste-into-wealth-chinese-firms-are-expanding-into-southeast-asia/>.

World Development Indicator. (2025). World Bank: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>

- Worldometers. (2025). Indonesia Population. Worldometer: <https://www.worldometers.info/world-population/indonesia-population/>
- Worldometers. (2025). Vietnam <https://www.worldometers.info/id/populasi-dunia/populasi-vietnam/>
- World Population Review. (2026). Populasi Kota Surabaya 2026 . World Population Review. <https://worldpopulationreview.com/cities/indonesia/surabaya>
- World Population Review. (2026). Populasi Kota Surakarta 2026. World Population Review. <https://worldpopulationreview.com/cities/indonesia/surakarta>
- World Population Review. (2026). Hanoi Population 2026. World Population Review. <https://worldpopulationreview.com/cities/vietnam/hanoi>
- World Population Review. (2026). Bac Ninh Population 2026. World Population Review. <https://worldpopulationreview.com/cities/vietnam/bac-ninh>
- Chau Anh. (2026). \$153 mln waste-to-energy plant project breaks ground in northern Vietnam. The Investor Vafie Magazine. <https://theinvestor.vn/153-mln-waste-to-energy-plant-project-breaks-ground-in-northern-vietnam-d18542.html>
- Chu, Van Anh. (2021). IFC Promotes Waste-to-Energy Solutions as Vietnam Shifts to a Low-carbon Economy. International Finance Corporation. <https://www.ifc.org/en/pressroom/2021/ifc-promotes-waste-to-energy-solutions-as-vietnam-shifts-to-a-low-carbon-economy>
- Kementerian ESDM. (2019). PLTSa Putri Cempo Targetkan Produksi Listrik Hingga 10 MW. Kementerian ESDM. <https://www.esdm.go.id/en/berita-unit/directorate-general-ebtke/pltsa-putri-cempo-targetkan-produksi-listrik-hingga-10-mw>
- JFE Engineering Corporation. (2024). Waste-to-Energy Project in Bac Ninh Province, Vietnam. JFE Engineering Corporation. <https://www.jfe-eng.co.jp/en/products/project/environment03.html>
- Soehandoko, Jessica Gabriela & Maskur, M. Fatkhul. (2025). Waste-to-energy-plant: Jakarta has not given up. PwC Indonesia. <https://www.pwc.com/id/en/media-centre/infrastructure-news/june-2025/waste-to-energy-plant-jakarta-has-not-given-up.html>
- Vietnamplus. (2025). Hanoi inaugurates 90 MW waste-to-energy plant. Vietnamplus. <https://en.vietnamplus.vn/hanoi-inaugurates-90-mw-waste-to-energy-plant-post330358.vnp>