



Kementerian PPN/
Bappenas



TINJAUAN DAN ARAH KEBIJAKAN PENGELOLAAN SAMPAH BERBASIS ENERGI (WASTE TO ENERGY) STUDI KASUS RDF: MENUJU PENGEMBANGAN PETA JALAN PERLUASAN WTE DI INDONESIA 2026-2045

BUKU 1

KAJIAN KESENJANGAN PENERAPAN RDF



Supported by:



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action



INTERNATIONAL
CLIMATE
INITIATIVE



OECD

Collaboration with:



Ringkasan Eksekutif

KONDISI DAN ISU PERMASALAHAN SAMPAH DI INDONESIA

Indonesia menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan sampah dengan timbulan mencapai 68-70 juta ton pada tahun 2023. Namun, hanya 48,61% sampah yang telah ditangani, sementara sisanya berakhir di tempat pemrosesan akhir (TPA)¹. Sistem yang bergantung pada TPA menyebabkan kapasitasnya diproyeksikan penuh pada 2028², yang akan menimbulkan dampak lingkungan yang lebih besar jika tidak segera ditangani. Selain itu, sekitar 41-42% sampah Indonesia masih dikirim ke TPA³, dengan 40,09% TPA masih menggunakan sistem pembuangan terbuka⁴. Hal ini menandakan Indonesia menghadapi krisis persampahan akibat ketergantungan pada pembuangan langsung ke TPA. Pembenahan tata kelola persampahan menjadi prioritas untuk membangun sistem pengelolaan yang lebih berkelanjutan dan mampu menjawab tantangan yang ada.

Salah satu solusi yang mulai diterapkan adalah teknologi *refuse-derived fuel* (RDF), yang mengolah sampah menjadi bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan dapat dimanfaatkan oleh berbagai industri maupun PLTU, serta meminimalisasi volume sampah yang dikirim ke TPA. Hal ini dikarenakan pemanfaatan RDF yang lebih luas dinilai dapat menjadi potensi peningkatan ekonomi, dengan memberi peluang penciptaan lapangan kerja serta pengurangan kebutuhan impor bahan bakar fosil. Namun demikian, RDF masih perlu dianalisis lebih lanjut terkait kesesuaian dan keberlanjutannya sebagai solusi pengelolaan sampah di Indonesia.

POTENSI RDF DALAM PEMBANGUNAN INDONESIA

Saat direncanakan dan diimplementasikan dengan tepat, RDF dapat berperan penting dalam mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengatasi kelebihan kapasitas TPA yang semakin mengkhawatirkan. Selain itu, RDF juga dapat mendukung kebijakan energi nasional serta upaya pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK). Dalam kebijakan nasional, RDF telah dimasukkan dalam strategi transisi energi dan pengelolaan sampah berkelanjutan sebagai bagian dari upaya mencapai target nol emisi karbon.



Pengolahan Sampah Nasional⁵

100% rumah tangga mendapatkan layanan penuh pengumpulan sampah pada tahun 2045

Timbulan sampah terolah di fasilitas pengolahan sampah sebesar 90% termasuk di dalamnya 35% terdaur ulang pada tahun 2045



Target EBT⁶

Transisi energi mencapai puncak emisi di 2035 dan *net zero emission* pada tahun 2060.

Target bauran EBT tahun 2030 sebesar 19% - 21%.

Target bauran EBT tahun 2060 sebesar 70% - 72%.



Pengurangan Emisi GRK⁷

Target pengurangan emisi GRK sebesar 31,89% pada tahun 2030 melalui upaya sendiri dan 43,20% dengan dukungan internasional.

Konversi 4,6 juta ton sampah untuk mengurangi 1,9 juta ton CO₂ eq.

¹ Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional 2024.

² Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2025-2029.

³ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Bahan Paparan pada Bioshare Series #14", Oktober 2024.

⁴ Kementerian PPN/Bappenas, "Bahan Paparan pada FGD 1: Penyusunan Peta Jalan RDF Indonesia", Desember 2024.

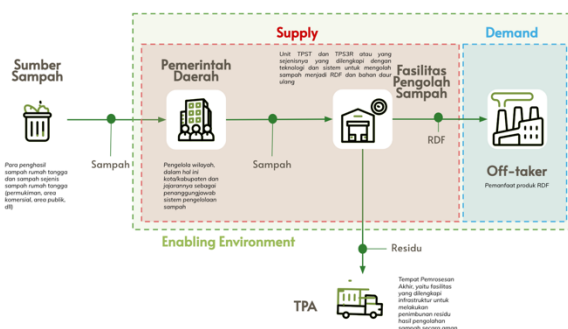
⁵ Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional 2025-2045.

⁶ Kebijakan Energi Nasional Indonesia.

⁷ Enhance National Determined Contribution Indonesia, 2022.

URGENSI KAJIAN KESENJANGAN PENERAPAN RDF

Penerapan RDF dapat menjadi salah satu alternatif solusi dalam meningkatkan pengolahan sampah secara berkelanjutan sehingga menurunkan residu timbunan sampah yang masuk ke TPA. Adapun untuk mendukung implementasi teknologi tepat guna yang optimal perlu didahului dengan kajian kesenjangan yang komprehensif. **Buku 1: Kajian Kesenjangan Penerapan RDF** bertujuan untuk mengkaji berbagai faktor yang berkaitan dengan pengembangan RDF di Indonesia, termasuk kebijakan dan regulasi yang relevan, kesiapan infrastruktur dan teknologi, serta skema pembiayaan yang tersedia. Selain itu, kajian ini juga bertujuan untuk menyusun rekomendasi strategis implementasi RDF sebagai bagian dari upaya pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan.



Kajian ini membagi berdasarkan pengelompokan *supply*, *demand*, dan *enabling environment* dari alur proses RDF yang diterapkan di Indonesia.

- **Supply** atau penyediaan RDF, yang mencakup seluruh proses dari pengumpulan hingga pengolahan sampah menjadi RDF.
- **Demand** atau pemanfaatan RDF, yang dilakukan oleh industri/*offtaker* yang memanfaatkan RDF sebagai alternatif bahan bakar dalam proses produksi.
- **Enabling Environment** atau penyediaan lingkungan yang mendukung ekosistem RDF, meliputi kebijakan, mekanisme insentif dan lainnya yang dapat mendorong kontinuitas produksi RDF serta meningkatkan daya tarik RDF bagi industri pemanfaat.

KESENJANGAN PENERAPAN RDF DI INDONESIA

RDF telah mulai diimplementasikan di beberapa industri di Indonesia sebagai alternatif bahan bakar yang berasal dari sampah, khususnya pada industri semen dan pembangkit listrik. Namun pada penerapannya, pemanfaatan RDF di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan yang harus diatasi agar dapat berkembang secara optimal.

Aspek	Poin-poin Utama Kesenjangan
Penyediaan RDF	
Tata Kelola	<ul style="list-style-type: none"> • Belum ada kebijakan dan pedoman untuk menentukan entitas dan bentuk lembaga pengelola RDF, serta <i>tools</i> pemantauan kinerjanya. • Belum ada pedoman terkait pengaturan dan pengelolaan kerja sama dalam pengelolaan RDF untuk mendukung pemanfaatan RDF yang telah diproduksi.
Perencanaan	<ul style="list-style-type: none"> • Belum semua kabupaten/kota memiliki dokumen perencanaan pengelolaan sampah yang mencakup proyek RDF.
Infrastruktur dan Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Keberlanjutan pasokan RDF belum terjamin, dan fasilitas TPST masih belum optimal untuk memenuhi kebutuhan <i>offtaker</i>. <ul style="list-style-type: none"> ◦ Dari 22 unit fasilitas RDF, hanya 22% fasilitas yang menunjukkan kinerja operasional yang baik, sementara lebih dari 78% lainnya beroperasi di bawah kapasitas desain. • Industri potensial ada di beberapa daerah, tetapi fasilitas RDF belum tersedia, belum optimal, atau kapasitasnya belum mencukupi. <ul style="list-style-type: none"> ◦ Penyerapan RDF oleh berbagai sektor industri dibatasi oleh persyaratan teknis kualitas RDF yang dapat diterima <i>offtaker</i>. ◦ Fasilitas yang telah didesain memproduksi RDF untuk industri tertentu menjadi kurang fleksibel untuk memproduksi RDF dengan spesifikasi berbeda untuk industri lain. • Kurangnya kompetensi tenaga perencana dan kontraktor.

Aspek	Poin-poin Utama Kesenjangan
Pembiayaan	<ul style="list-style-type: none"> Pendanaan RDF masih bergantung pada sumber dana pemerintah, sementara keterlibatan sektor swasta dalam skema pembiayaan masih terbatas. Biaya operasi dan pemeliharaan produksi RDF per ton belum memenuhi prinsip pemulihan biaya untuk menjamin keberlanjutan operasional RDF Plant. Rendahnya rata-rata persentase alokasi anggaran untuk pengelolaan sampah di Kabupaten/Kota yaitu hanya sebesar 0,64% (Data Kementerian Dalam Negeri 2024).
Perlindungan Lingkungan dan Sosial	<ul style="list-style-type: none"> Belum tersedia pedoman khusus bagi Pemerintah Daerah untuk menghitung penurunan emisi GRK, termasuk emisi metana, dari aktivitas pengolahan sampah menjadi RDF. Belum ada sistem pelaporan dan audit yang terstandardisasi dan berkala terhadap aspek lingkungan dan sosial. Kurangnya keterlibatan masyarakat secara formal dan terbatasnya edukasi mengenai manfaat RDF.
Pemanfaatan RDF	
Infrastruktur dan Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> Besarnya kebutuhan investasi untuk penggantian/modifikasi peralatan serta membangun infrastruktur pendukung di sisi industri pemanfaat (<i>offtaker</i>). Industri non-semen seperti industri pupuk, kertas, baja, dan kimia berpotensi memanfaatkan RDF, namun sebagian besar masih dalam tahap kajian awal karena transisi ini membutuhkan teknologi inovatif dengan investasi awal yang mahal dan berisiko tinggi, membuat banyak perusahaan enggan melakukan implementasi penuh.
Pembiayaan	Belum tersedia skema insentif fiskal yang dapat menarik <i>offtaker</i> .
Perlindungan Lingkungan dan Sosial	<ul style="list-style-type: none"> Standar baku mutu emisi untuk penggunaan RDF ditetapkan lebih ketat dibandingkan limbah B3, meskipun RDF tergolong sebagai limbah non-B3. <ul style="list-style-type: none"> Regulasi ini hanya diberlakukan pada industri semen yang memanfaatkan RDF sebagai bahan bakar utama. Kemampuan industri dalam mengendalikan emisi masih beragam.
Penyediaan Lingkungan yang Mendukung	
Regulasi dan NSPK	<ul style="list-style-type: none"> Implementasi spesifik teknologi RDF sebagai bagian dari bauran EBT belum sepenuhnya didukung dengan kerangka regulasi yang komprehensif. Ketersediaan NSPK yang mendukung pengelolaan RDF masih terbatas. <ul style="list-style-type: none"> NSPK yang baru tersedia: SNI untuk BBJP (PLTU), RSNI BBSS untuk industri semen, serta baku mutu emisi.
Pengembangan Pasar	<ul style="list-style-type: none"> Kapasitas produksi dan pemanfaatan RDF belum seimbang. Belum adanya standar nasional terkait spesifikasi RDF menyebabkan industri ragu untuk berinvestasi dalam penggunaan RDF.
Skema dan Mekanisme Insentif	<ul style="list-style-type: none"> Belum ada mekanisme insentif (fiskal dan non-fiskal) yang dirancang khusus untuk mendorong pemanfaatan RDF. Terbatasnya insentif/bantuan untuk pemerintah daerah yang menerapkan RDF.
Peningkatan Kapasitas	Belum tersedia institusi khusus dan mekanisme untuk peningkatan kapasitas RDF, termasuk standar kompetensi dan kurikulumnya.
Riset dan Pengembangan	Terbatasnya kolaborasi riset tentang RDF di antara pemerintah, akademisi, dan industri.

REKOMENDASI DAN STRATEGI

Untuk mengatasi berbagai kendala tersebut, kajian ini merekomendasikan beberapa langkah strategis yang perlu dilakukan untuk membantu para pihak jika RDF terpilih sebagai salah satu solusi pengelolaan sampah. Berdasarkan temuan kajian, dirumuskan rekomendasi-rekomendasi kunci sebagai langkah prioritas.

	Rekomendasi Kunci	Aktor
1	Penguatan Kebijakan (<i>policy-driven</i>): UU EBT, revisi Perpres 35/2018 (opsi RDF dalam WtE), pembaruan Perpres 97/2017 menjadi regulasi transformasi pengelolaan sampah	Kementerian PPN/Bappenas, Kementerian ESDM, Kementerian LH
2	Penyediaan Fasilitas RDF berdasarkan: Urgensi permasalahan sampah, ketersediaan pemanfaat (<i>offtaker</i>), skala ekonomi (referensi: RDF Cilacap 120 ton/hari)	Kementerian PPN/Bappenas, Kementerian PU, Kementerian LH, Pemda
3	Supply-Demand RDF mempertimbangkan: Standardisasi kualitas produk, harga kompetitif dengan sumber EBT lain, ketersediaan teknologi industri pemanfaat.	Kementerian PU, Kementerian Perindustrian, Kementerian ESDM, Kementerian Dalam Negeri
4	Perjanjian Kerjasama Jangka Panjang untuk pemanfaatan RDF dengan mempertimbangkan pengembalian investasi.	Kementerian Perindustrian, Kementerian ESDM, Kementerian Dalam Negeri
5	Integrasi RDF dalam Ekonomi Sirkular melalui Perpres tentang Ekonomi Sirkular untuk memperluas dukungan industri.	Kementerian PPN/Bappenas, Kementerian LH

Rekomendasi Kunci		Aktor
6	Peningkatan Permintaan RDF oleh industri melalui: Pemandatan regulasi (dimulai dari BUMN tahun 2030) dan skema dan mekanisme insentif.	Kementerian PPN/Bappenas, Kementerian ESDM, Kementerian Perindustrian, Kementerian Keuangan, Kementerian LH, Kementerian BUMN

Selain itu, kajian ini juga menyusun rekomendasi-rekomendasi strategis untuk menanggapi kendala penerapan RDF serta mendukung keberlanjutan implementasinya.

Aspek	Penyediaan RDF	Pemanfaatan RDF	Penyediaan Lingkungan Pendukung
Tata Kelola dan Regulasi	<ul style="list-style-type: none"> Menyusun pedoman penentuan bentuk entitas pengelola RDF. Mengembangkan mekanisme pelaporan kinerja. Menyusun pedoman pengaturan kerja sama pengelolaan RDF. 		<ul style="list-style-type: none"> Mengintegrasikan RDF ke dalam rencana strategis nasional. Merevisi regulasi terkait WtE dan transformasi pengelolaan sampah. Mengembangkan NSPK dan standar teknis RDF.
Infrastruktur dan Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> Menyusun pedoman rancangan teknologi RDF. Melakukan modernisasi fasilitas RDF yang belum optimal. Melakukan evaluasi teknis berkala Memetakan potensi <i>offtaker</i> RDF. 	Memperkenalkan mekanisme penghargaan.	Mendorong industri memanfaatkan RDF melalui kebijakan pendukung.
Pembiayaan dan Insentif	<ul style="list-style-type: none"> Mengembangkan skema KPBU. Memperluas akses <i>green finance</i> Menyusun petunjuk perhitungan biaya OPEX RDF. Menetapkan pedoman <i>tipping fee</i>. 	Mengembangkan skema insentif fiskal untuk industri pengguna.	<ul style="list-style-type: none"> Menyusun skema <i>tax holiday</i> dan pengurangan pajak karbon. Mengembangkan kemudahan perizinan. Menetapkan pedoman formulasi harga RDF.
Perlindungan Lingkungan dan Sosial	<ul style="list-style-type: none"> Menyusun target nasional reduksi sampah dan emisi GRK. Mengembangkan pedoman perhitungan pengurangan emisi. Mengembangkan skema <i>green jobs</i>. 	Merevisi persyaratan BME bagi pengguna RDF.	<ul style="list-style-type: none"> Menyusun panduan persyaratan lingkungan. Mengembangkan pedoman perhitungan emisi GRK.
Pengembangan Pasar	Memastikan kepastian suplai RDF dengan sinergi antar aktor, pemetaan <i>offtaker</i> , dan penjaminan kualitas RDF.	<ul style="list-style-type: none"> Mempromosikan RDF untuk digunakan di industri yang memanfaatkan <i>boiler</i>. Membantu dalam menciptakan <i>matchmaking</i> antara Pemerintah Daerah dan investor. 	<ul style="list-style-type: none"> Mengembangkan mekanisme pasar yang seimbang. Mendorong kontrak jangka panjang antara produsen-pengguna.
Peningkatan Kapasitas dan Pengembangan Riset	<ul style="list-style-type: none"> Menyediakan pendampingan teknis bagi Pemda. Mengembangkan standar kompetensi perancang teknologi. 	Meningkatkan kerja sama riset teknologi efisien.	<ul style="list-style-type: none"> Mengembangkan pusat pelatihan dan sertifikasi. Meningkatkan kolaborasi riset antara pemerintah, akademisi, dan industri.

Kajian ini memberikan rekomendasi model penyediaan dan pengelolaan serta skema pendanaan untuk implementasi RDF, dengan melibatkan Kementerian dan Lembaga terkait, pengelola fasilitas dan pemanfaat RDF. Model yang menggambarkan penerapan RDF dengan dorongan Pemerintah (*government-driven*) memberikan kepastian regulasi dan dukungan penuh dari Pemerintah, namun memiliki tantangan dalam efisiensi pengelolaan dan pendanaan. Sedangkan penerapan dengan dorongan swasta (*private-driven*) memungkinkan efisiensi pengelolaan dengan perlunya pengawasan oleh pemerintah. Model yang didorong oleh Pemerintah dan swasta mendorong koordinasi seluruh pihak yang lebih kompleks.

Secara keseluruhan, RDF memiliki potensi besar dalam mengatasi permasalahan sampah dan mendukung transisi energi yang lebih berkelanjutan di Indonesia. Namun, untuk mencapai manfaat optimal, diperlukan upaya terintegrasi dan kolaboratif antara Pemerintah, sektor swasta, serta berbagai pemangku kepentingan lainnya. Dengan

menyediakan ekosistem yang kondusif dari sisi *supply, demand maupun enabling environment*, RDF dapat menjadi solusi jangka panjang dalam mengelola sampah secara lebih efektif sekaligus mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Daftar Isi

RINGKASAN EKSEKUTIF	I
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR GAMBAR	VII
DAFTAR SINGKATAN	IX
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Tujuan Analisis.....	3
1.3 Ruang Lingkup.....	4
1.4 Metodologi	6
2. URGENSI PENERAPAN RDF DI INDONESIA.....	7
2.1 Posisi RDF dalam Pengelolaan Sampah di Indonesia.....	8
2.2 RDF dalam Tata Negeri Kebijakan Nasional.....	11
2.3 Kondisi Penerapan RDF di Indonesia.....	17
2.4 Tata Kelola RDF di Luar Indonesia.....	23
3. ANALISIS KESENJANGAN PERLUASAN IMPLEMENTASI RDF DI INDONESIA	28
3.1 Kesenjangan dalam Penyediaan RDF	31
3.2 Kesenjangan dalam Pemanfaatan RDF	42
3.3 Kesenjangan dalam Penyediaan Lingkungan yang Mendukung	46
4. REKOMENDASI UNTUK PERLUASAN RDF	54
4.1 Rekomendasi Penyediaan RDF.....	58
4.2 Rekomendasi Pemanfaatan RDF	70
4.3 Rekomendasi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung	75
4.4 Rekomendasi Model Penyediaan dan Pengelolaan RDF dan Skema Pendanaan	89
5. PENUTUP.....	99
LAMPIR.....	102

Daftar Gambar

Gambar 1.1 Alur Proses RDF	4
Gambar 1.2 Ruang Lingkup Kajian	5
Gambar 1.3 Kerangka Berpikir Analisis Kesenjangan terhadap Perluasan RDF	6
Gambar 2.1 Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah	8
Gambar 2.2 Hierarki Pengelolaan Sampah	9
Gambar 2.3 Strategi LTS-LCCR Sektor Limbah	13
Gambar 2.4 Strategi Zero Waste Zero Emission Tahun 2050	13
Gambar 2.5 Pangsa EBT dalam Bauran Energi Primer	14
Gambar 2.6 Suplai Campuran Energi Primer Indonesia	15
Gambar 2.7 Emisi GRK Historis dari Kegiatan Industri	15
Gambar 2.8 Permintaan Energi Sektor Industri dan Emisi Terkait Energi	16
Gambar 2.9 Fasilitas RDF Plant Bantar Gebang	19
Gambar 2.10 Sebaran Fasilitas RDF yang Terpetakan beserta Status Keberfungsian	21
Gambar 2.11 RDF Plant Rorotan	21
Gambar 2.12 Skema Pembiayaan Fasilitas RDF di China	26
Gambar 3.1 Isu Kunci Per Aspek	30
Gambar 3.2 Kesenjangan di Sisi Penyediaan (Supply)	32
Gambar 3.3 Pemilahan Sampah Menjadi Bagian dari Proses RDF di Kabupaten Cilacap	34
Gambar 3.4 Kesenjangan di Sisi Pemanfaatan RDF (Demand)	43
Gambar 3.5 Kesenjangan di Sisi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung	47
Gambar 4.1 Rekomendasi Kunci Upaya Perluasan RDF di Indonesia	57
Gambar 4.2 Rekomendasi Penyediaan RDF pada Aspek Tata Kelola	58
Gambar 4.3 Rekomendasi Penyediaan RDF pada Aspek Perencanaan	59
Gambar 4.4 Rekomendasi Penyediaan RDF pada Aspek Pembiayaan	59
Gambar 4.5 Rekomendasi Penyediaan RDF pada Aspek Infrastruktur dan Teknologi	60
Gambar 4.6 Rekomendasi Penyediaan RDF pada Aspek Perlindungan Lingkungan dan Sosial	61
Gambar 4.7 Kondisi Pengelolaan Sampah Nasional Tahun 2022	62
Gambar 4.8 Rekomendasi Pemanfaatan RDF pada Aspek Infrastruktur dan Kesiapan Teknologi	70
Gambar 4.9 Rekomendasi Pemanfaatan RDF	71
Gambar 4.10 Rekomendasi Pemanfaatan RDF pada Aspek Pembiayaan	71
Gambar 4.11 Rekomendasi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung pada Aspek Regulasi dan NSPK	75
Gambar 4.12 Rekomendasi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung	76
Gambar 4.13 Rekomendasi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung pada	76
Gambar 4.14 Rekomendasi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung pada Aspek Peningkatan Kapasitas	77
Gambar 4.15 Rekomendasi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung pada Aspek Riset dan Pengembangan	77
Gambar 4.16 Kebijakan Publik Mempengaruhi Pasar	78
Gambar 4.17 Rekomendasi Model I	89
Gambar 4.18 Rekomendasi Model II	90
Gambar 4.19 Rekomendasi Model III	91
Gambar 4.20 Rekomendasi Model IV	92
Gambar 4.21 Rekomendasi Model V	93
Gambar 4.22 Skema Pendanaan Penyediaan Fasilitas RDF	94
Gambar 4.23 Skema Pendanaan Pengelolaan RDF	97

Daftar Tabel

Tabel 4.1 Perbandingan Bentuk Lembaga Pengelola dan Penyedia Layanan di bawah Pemerintah Daerah.....	62
Tabel 4.2 Daftar Rekomendasi NSPK yang Dibutuhkan.....	78

Daftar Singkatan

Singkatan	Kepanjangan
3R	<i>Reuse, Reduce, Recycle</i>
APBD	Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah
APBN	Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara
ASN	Aparatur Sipil Negara
ASTM	<i>American Standard Testing and Material</i>
B2B	<i>Business to Business</i>
B3	Bahan Berbahaya dan Beracun
BaU	<i>Business as Usual</i>
BBA	Bahan Bakar Alternatif
BBJP	Bahan Bakar Jumptuan Padat
BEP	<i>Break-Even Point</i>
BLPS	Bantuan Layanan Pengelolaan Sampah
BLUD	Badan Layanan Umum Daerah
BPD LH	Badan Pengelola Dana Lingkungan Hidup
BME	Baku Mutu Emisi
BSF	<i>Black Soldier Fly</i>
BTS	Balai Teknologi Sanitasi
BUMD	Badan Usaha Milik Daerah
BUMDes	Badan Usaha Milik Desa
BUMN	Badan Usaha Milik Negara
CAGR	<i>Compounded Annual Growth Rate</i>
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i>
CCS	<i>Carbon Capture Storage</i>
CCUS	<i>Carbon Capture Utilization and Storage</i>
CFB	<i>Circulating Fluidized Bed</i>
CPOS	<i>Current Policy Scenario</i>
CSR	<i>Corporate Social Responsibility</i>
DED	<i>Detail Engineering Design</i>
DMO	<i>Domestic Market Obligation</i>
EBT	Energi Baru dan Terbarukan
ENDC	<i>Enhance National Determined Contribution</i>
EPA	<i>Environmental Protection Agency</i>
ESG	<i>Environment, Social, Governance</i>
FCR	<i>Full Cost Recovery</i>
FS	<i>Feasibility Study</i>
GESI	<i>Gender Equality and Social Inclusion (Kesetaraan Gender dan Inklusi Sosial)</i>
GRK	Gas Rumah Kaca
HEESI	<i>Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia</i>
HGBT	Harga Gas Bumi Tertentu
IKPS	Indeks Kinerja Pengelolaan Sampah
ISWMP	<i>Indonesia Solid Waste Management Project</i>
Jakstrada	Kebijakan dan Strategi Daerah
Jakstranas	Kebijakan dan Strategi Nasional
JETP	<i>Just Energy Transition Partnership</i>
JV	<i>Joint Venture</i>
KEN	Kebijakan Energi Nasional
KPBU	Kerja Sama Pemerintah dan Badan Usaha
KPR	Kredit Kepemilikan Rumah

Singkatan	Kepanjangan
KSDPK	Kerja Sama Pemerintah dengan Pihak Ketiga
LCCP	<i>Low Carbon Scenario Compatible</i>
LTS-LCCR	<i>Long Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience</i>
MBOE	<i>Million Barrels of Oil Equivalent</i>
MBT	<i>Mechanical Biological Treatment</i>
MSW	<i>Municipal Solid Waste</i>
MW	<i>megawatt</i>
NDC	<i>National Determined Contribution</i>
NGO	<i>Non-Government Organization</i> (Organisasi Non Pemerintah)
NSPK	Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria
NZE	<i>Net Zero Emission</i>
O&M	<i>Operational and Maintenance</i>
OPEX	Operational Expenditure
PAD	Pendapatan Asli Daerah
PEN	Pemulihan Ekonomi Nasional
PKS	Perjanjian Kerja Sama
PLN	Perusahaan Listrik Negara
PLTSa	Pembangkit Listrik Tenaga Sampah
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PPN	Pajak Pertambahan Nilai
PPP	<i>Public-Private Partnership</i>
PROPER	Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan
PSEL	Pengolahan Sampah Menjadi Energi Listrik
R&D	<i>Research and Development</i> (Penelitian dan Pengembangan)
RDF	<i>Refuse-Derived Fuel</i>
RKPD	Rencana Kerja Pemerintah Daerah
RPJPD	Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah
RPJPN	Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional
RPJMD	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah
RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional
RPO	<i>Renewable Purchase Obligation</i>
RSNI	Rancangan Standar Nasional Indonesia
RUED	Rencana Umum Energi Daerah
RUEN	Rencana Umum Energi Nasional
RUKN	Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional
SDGs	<i>Sustainable Development Goals</i> (Tujuan Pembangunan Berkelanjutan)
SDM	Sumber Daya Manusia
SIH	Sertifikat Industri Hijau
SIINSAN	Sistem Informasi Infrastruktur Sanitasi
SIPSN	Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional
SLL	<i>Sustainability Linked Loan</i> (Pinjaman Terikat Keberlanjutan)
SNI	Standar Nasional Indonesia
SOP	<i>Standard Operational Procedure</i>
SRF	<i>Solid Recovered Fuel</i>
TKDN	Tingkat Komponen Dalam Negeri
TPA	Tempat Pembuangan Akhir
TPS	Tempat Penampungan Sementara
TPST	Tempat Pengolahan Sampah Terpadu
TPST 3R	Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (<i>Reuse, Reduce, Recycle</i>)
TRL	<i>Technology Readiness Level</i> (Tingkat Kesiapan Teknologi)
TSR	<i>Thermal Substitution Rate</i> (Substitusi Energi Panas)

Singkatan	Kepanjangan
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>
UPTD	Unit Pelaksana Teknis Daerah
WtE	<i>Waste to Energy</i>

01.

Pendahuluan



1.1 Latar Belakang

Sistem pengelolaan sampah di Indonesia menghadapi tantangan yang semakin kompleks. Timbulan sampah di Indonesia telah mencapai 68-70 juta ton per tahun, namun hanya 48,61% yang telah ditangani (2024)¹. Bila merujuk pada hierarki pengelolaan sampah berdasarkan *United States Environmental Protection Agency* (EPA)⁸, terdapat empat tahapan, yaitu 1) pengurangan dan penggunaan kembali material yang masih bernilai, 2) daur ulang atau komposting, 3) pemulihan energi, serta 4) pengolahan dan pembuangan. Di beberapa negara, termasuk Indonesia, hierarki tersebut dikembangkan lebih lanjut menjadi struktur yang lebih rinci, yaitu memisahkan antara tahap pengolahan dan pembuangan. Hal ini menegaskan bahwa pengolahan sampah harus dilakukan terlebih dahulu sebelum tahap pembuangan, sehingga hanya residu (material yang tidak dapat dimanfaatkan lagi) yang berakhir di tempat pemrosesan akhir (TPA).

Faktanya, rata-rata 41-42% sampah di Indonesia masih dibuang ke TPA³. Selain itu, metode *open dumping* (pembuangan terbuka) masih diterapkan pada 40,09% TPA yang beroperasi⁴. Dengan pola pengelolaan seperti ini, sebagian besar TPA di Indonesia diproyeksikan akan mencapai kapasitas maksimum pada tahun 2028². Di sisi lain, pada tahun 2023, tercatat 35 TPA mengalami kebakaran⁴, yang menandakan adanya tantangan dalam sistem pengelolaan sampah saat ini. Kondisi tersebut mencerminkan bahwa Indonesia tengah menghadapi darurat sampah akibat krisis dalam pengelolaan yang masih bergantung pada pembuangan langsung ke TPA. Oleh karena itu, upaya perbaikan tata kelola menjadi hal yang krusial agar sistem pengelolaan sampah dapat lebih berkelanjutan dan mampu mengatasi tantangan yang ada.

Dalam rangka mengatasi tantangan tersebut, Pemerintah Indonesia telah menetapkan target nasional, yaitu pada tahun 2045 minimal 90% timbulan sampah harus terolah di fasilitas pengolahan sampah nasional, dengan komposisi minimal 35% melalui daur ulang dan 55% melalui pengolahan menjadi materi atau energi. Sehingga, residu yang masuk ke TPA diharapkan hanya sebesar 10%⁹. Untuk mencapai target ini, pengembangan solusi teknologi pengolahan sampah menjadi penting.

Refused-derived fuel (RDF) muncul sebagai salah satu solusi untuk mengatasi tantangan pengelolaan sampah di Indonesia, termasuk permasalahan sampah plastik. RDF adalah produk pengolahan sampah dengan cara memproses limbah padat yang tidak dapat didaur ulang menjadi bahan bakar alternatif.

⁸ Environmental Protection Agency, 21 Februari 2024, (<https://www.epa.gov/smm/sustainable-materials-management-non-hazardous-materials-and-waste-management-hierarchy>, diakses pada 2 Februari 2025).

⁹ Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional 2025-2045.

Tidak hanya itu, RDF juga dapat mendukung transisi energi bersih dan ramah lingkungan. Studi menunjukkan bahwa setiap ton RDF yang dimanfaatkan melalui proses *co-firing* dapat mengurangi emisi hingga 1,75 ton CO₂¹⁰ dibandingkan dengan skenario *open dumping* yang menghasilkan emisi sebesar 0,74 ton CO₂ per ton atau pengelolaan TPA yang emisinya bisa mencapai 1,2 ton CO₂ per ton.

Beberapa PLTU dan pabrik semen di Indonesia telah memanfaatkan RDF dalam praktik *co-firing*. Namun, pengembangan dan penerapan teknologinya masih menghadapi sejumlah kendala. Berdasarkan pendataan, dari kapasitas produksi RDF eksisting sebesar 434.350 ton per tahun, hanya sekitar 18,5% yang terserap oleh industri. Rendahnya tingkat serapan ini menunjukkan masih adanya tantangan kualitas produk RDF yang belum sepenuhnya memenuhi standar kebutuhan industri. Selain itu, aspek lain yang juga masih menjadi kendala meliputi keterbatasan kapasitas infrastruktur, keberlanjutan pembiayaan, keandalan teknologi, serta kurangnya regulasi yang dapat mendukung kinerja operasional dari fasilitas RDF agar dapat menyesuaikan dengan kebutuhan industri.

Oleh karena itu, mengingat pentingnya RDF dalam mendukung target nasional pengelolaan sampah dan transisi menuju energi ramah lingkungan, diperlukan analisis yang mendalam dan komprehensif untuk mengidentifikasi kesenjangan dari berbagai aspek serta memberikan rekomendasi untuk menjembatani kesenjangan tersebut. Sehubungan dengan hal tersebut, Kementerian PPN/Bappenas melalui Direktorat Perumahan dan Kawasan Permukiman bekerja sama dengan United Nations Development Programme (UNDP) dalam Program Infrastruktur Berkelanjutan di Asia (SIPA) telah melakukan studi terkait pengembangan RDF di Indonesia. Analisis ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam merumuskan kebijakan dan program yang lebih efektif untuk pertimbangan penerapan WTE di Indonesia serta mendukung tercapainya target 2045.

1.2 Tujuan Analisis

Berbagai kendala dalam pengembangan dan penerapan WTE dengan contoh kasus RDF di Indonesia perlu diidentifikasi dan diatasi agar penerapannya dapat berjalan optimal. Berdasarkan latar belakang di atas, kajian analisis kesenjangan ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis faktor-faktor utama yang menjadi tantangan dan pendukung penerapan RDF di Indonesia.
 - a. Menganalisis aspek kerangka regulasi, termasuk kebijakan dan insentif yang ada serta kesenjangan dalam penerapan standar RDF.
 - b. Menganalisis kapasitas infrastruktur, seperti fasilitas pengolahan sampah, manufaktur RDF, dan jaringan distribusi.
 - c. Menganalisis kesiapan kapabilitas teknologi, termasuk efisiensi konversi RDF dan langkah-langkah mitigasi dampak lingkungan.
 - d. Menganalisis kendala dalam pembiayaan dan investasi RDF, termasuk model bisnis yang dapat diterapkan.
 - e. Menganalisis dampak lingkungan dan sosial dari produksi dan pemanfaatan RDF serta keselarasan dengan tujuan keberlanjutan lingkungan.
2. Mengevaluasi efektivitas kebijakan dan strategi penerapan RDF yang telah dilakukan untuk mendukung pengelolaan sampah.
 - a. Mengevaluasi kebijakan-kebijakan yang berkaitan dengan RDF dan tantangan yang dihadapi dalam pelaksanaannya di berbagai daerah di Indonesia.
 - b. Mengevaluasi peran RDF dalam strategi penanganan timbulan sampah dan kontribusinya terhadap target pengelolaan pengolahan sampah nasional.

¹⁰ EFRO, 2022.

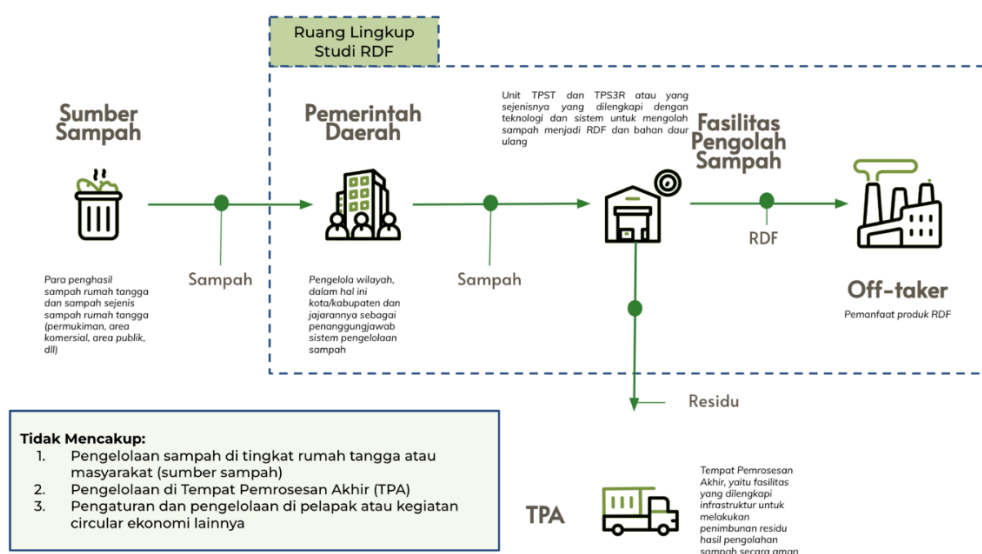
- c. Mengevaluasi peran serta dan koordinasi antar pemangku kepentingan, termasuk Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah, dan industri dalam pengolahan dan pemanfaatan RDF.
3. Merumuskan rekomendasi strategis untuk mengatasi kesenjangan dan tantangan yang ditemukan, dengan fokus pada penguatan regulasi, peningkatan infrastruktur dan teknologi, optimalisasi skema pendanaan, serta strategi pemanfaatan RDF oleh industri.

1.3 Ruang Lingkup

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2013, alur pengelolaan sampah di Indonesia terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan tersebut dimulai dari sumber sampah yang dapat berasal dari rumah tangga, kawasan komersial, area publik, dan lainnya. Idealnya, sampah tersebut dipilah sejak awal oleh penghasil sampah pada skala rumah tangga dan industri sebelum diangkut ke tempat penampungan sementara (TPS). Selanjutnya, dari TPS sampah diangkut ke tempat pengolahan sampah dengan prinsip 3R (*reuse, reduce, recycle*) atau TPS 3R, yang berfungsi untuk mengumpulkan, memilah, menggunakan ulang, dan mendaur ulang sampah dalam skala kawasan. Alternatif lain, sampah dari TPS diangkut ke tempat pengolahan sampah terpadu (TPST) untuk diolah menjadi produk bernilai ekonomi yang dapat disalurkan kepada *offtaker*. Residu yang tidak dapat dimanfaatkan lagi akan diangkut ke TPA.

RDF dianggap sebagai salah satu pilihan strategis untuk mendorong reformasi pengelolaan sampah secara terintegrasi dari hulu ke hilir, khususnya dalam meningkatkan proses pengolahan sampah dan mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke TPA. RDF berperan strategis dalam mendukung visi jangka panjang untuk memastikan bahwa sampah yang masuk ke TPA hanya residu, seiring dengan meningkatnya kapasitas pengolahan sampah.

Pada proses produksi RDF (**Gambar 1.1**), sampah yang telah masuk ke TPST atau fasilitas pengolahan sampah akan diproses lebih lanjut melalui serangkaian tahap, seperti pencacahan, pengeringan, hingga menjadi RDF yang siap digunakan oleh industri sebagai sumber energi yang lebih ramah lingkungan. Sementara, residu dari proses pengolahan sampah diarahkan ke TPA untuk penanganan akhir.



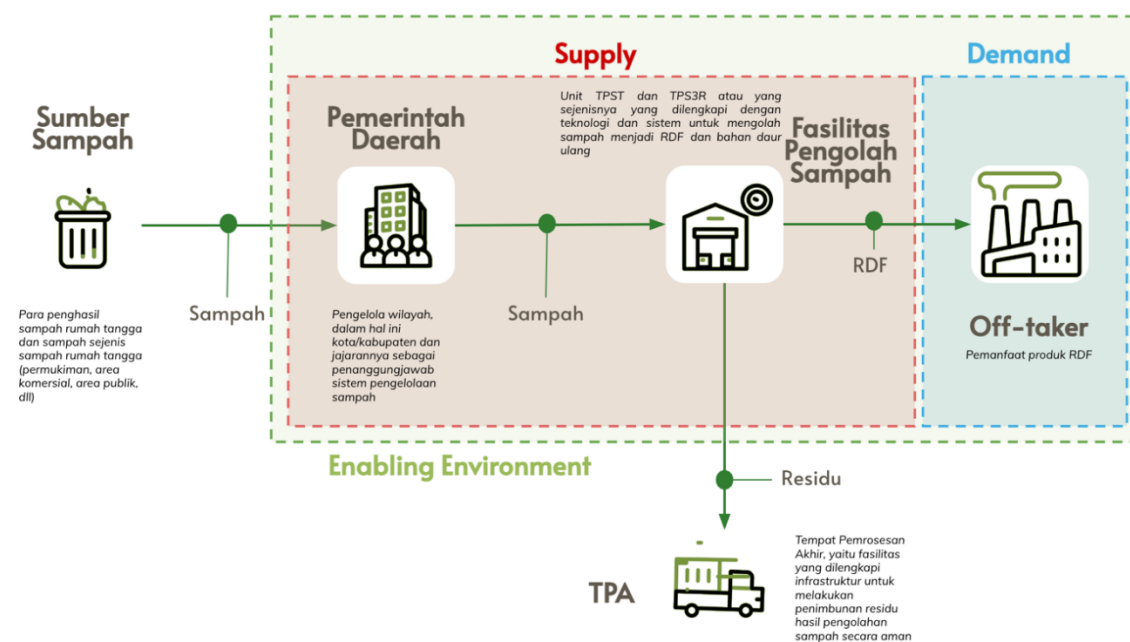
Gambar 1.1 Alur Proses RDF

Berdasarkan **Gambar 1.1**, kajian ini berfokus pada analisis kesenjangan di beberapa bagian kritis dalam alur proses RDF, diantaranya:

1. Pengelolaan oleh Pemerintah Daerah.
Mengkaji peran kelembagaan dan regulasi dalam mendukung perluasan RDF.
2. Fasilitas pengolah sampah.
Mengevaluasi kapasitas teknologi yang dapat mendukung optimalisasi pengolahan sampah menjadi RDF.
3. *Offtaker* dan pasar RDF.
Memahami kebutuhan industri terhadap RDF, termasuk mengkaji tentang kontinuitas suplai, serta tantangan logistik dan penerimaan pasar.

Di dalam kajian ini, bagian-bagian tersebut dianalisis berdasarkan pengelompokan *supply*, *demand*, dan *enabling environment*. Pengelompokan alur proses RDF di dalam analisis kesenjangan ini dapat dilihat pada **Gambar 1.2**. Uraian dari masing-masing lingkup dalam pengelompokan ini adalah sebagai berikut:

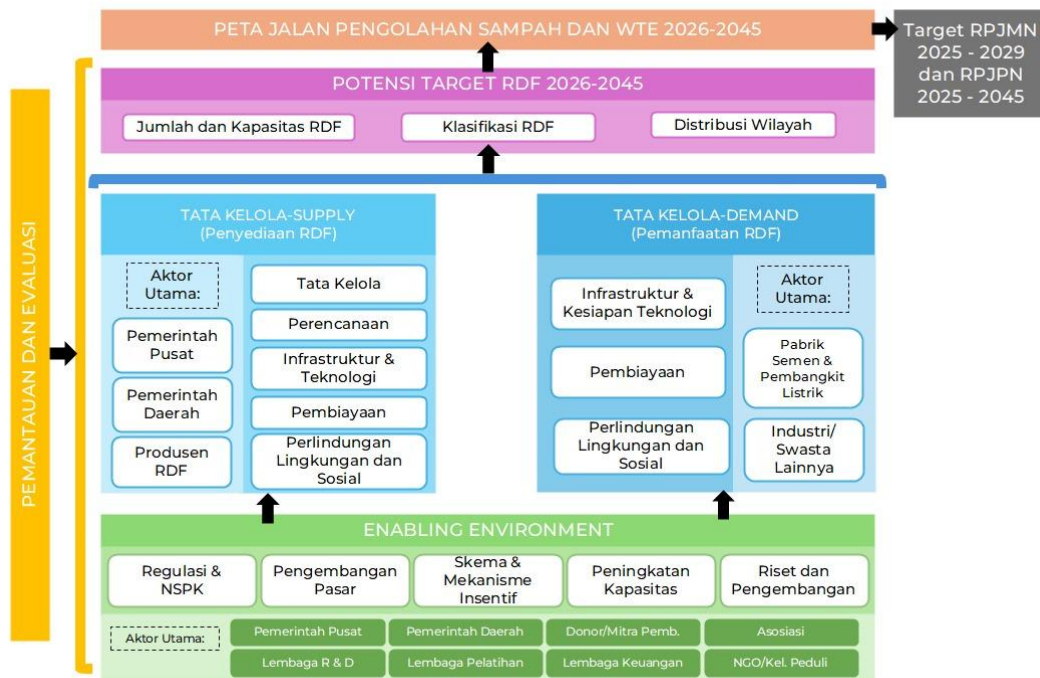
- **Supply** adalah penyediaan RDF yang mencakup seluruh proses dari pengumpulan hingga pengolahan sampah menjadi RDF. Dalam lingkup ini, Pemerintah Daerah memiliki peran penting dalam sistem pengelolaan sampah yang mencakup pengangkutan dan penyediaan fasilitas untuk mengonversi sampah menjadi RDF.
- **Demand** adalah pemanfaatan RDF yang dilakukan oleh industri. Dalam lingkup ini, *offtaker* memanfaatkan RDF sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil pada proses produksinya untuk mendukung transisi energi.
- **Enabling Environment** adalah penyediaan lingkungan yang mendukung ekosistem RDF agar dapat berjalan secara efektif dan efisien. Faktor-faktor yang termasuk dalam lingkup ini meliputi kebijakan, regulasi Pemerintah, mekanisme insentif, dan lainnya yang dapat mendorong kontinuitas produksi RDF di berbagai wilayah serta meningkatkan daya tarik RDF bagi industri pemanfaat.



Gambar 1.2 Ruang Lingkup Kajian

1.4 Metodologi

Analisis kesenjangan ini dikaji berdasarkan suatu kerangka berpikir yang diformulasikan dari aspek-aspek utama dalam mengembangkan suatu perencanaan dan kebijakan. Aspek-aspek yang tercakup dalam analisis kesenjangan ini dapat dilihat pada **Gambar 1.3**. Analisis kesenjangan melalui kerangka berpikir ini diharapkan dapat memberikan hasil yang selaras dengan target Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2025-2029 dan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2025-2045, yaitu menekankan pentingnya pembangunan berkelanjutan melalui pengolahan dan pemanfaatan energi terbarukan.



Gambar 1.3 Kerangka Berpikir Analisis Kesenjangan terhadap Perluasan RDF

Metodologi yang digunakan dalam analisis kesenjangan ini meliputi beberapa tahapan, yaitu:

1. Studi literatur.
Pengumpulan informasi awal dari dokumen kebijakan, laporan teknis, dan penelitian terkait RDF.
2. Diskusi dengan para pemangku.
Pengumpulan data dan informasi yang lebih mendalam kepada para pemangku kunci, seperti Pemerintah, industri (*offtaker*), serta organisasi/asosiasi yang terlibat dalam penerapan RDF.
3. Analisis data dan informasi
Pengkajian data dan informasi yang meliputi identifikasi kondisi eksisting dan kondisi ideal, serta menganalisis kesenjangan diantara kedua kondisi tersebut.
4. *Focus Group Discussion*.
Validasi hasil analisis dan temuan awal, serta menjaring masukan yang lebih mendalam dengan para pemegang kebijakan (Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah), industri, lembaga donor, asosiasi, dan penggiat di sektor persampahan.
5. Rekomendasi Strategis.
Penyusunan rekomendasi berdasarkan hasil analisis untuk menjawab tantangan utama dalam perluasan RDF.

02.

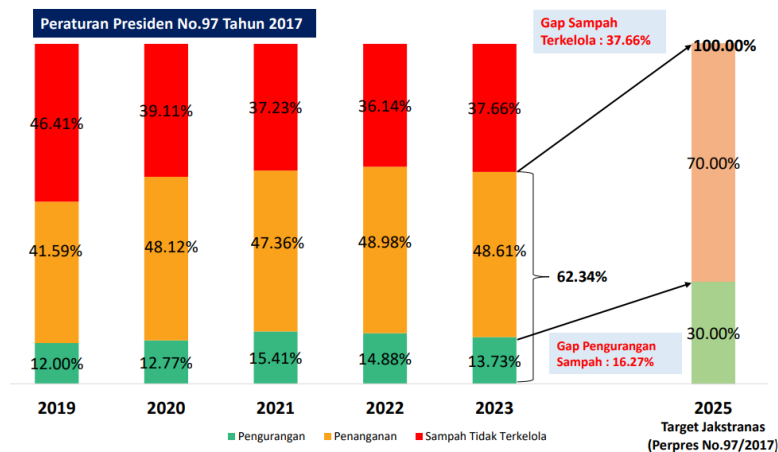
Urgensi Penerapan RDF di Indonesia



2.1 Posisi RDF dalam Pengelolaan Sampah di Indonesia

Timbulan sampah di Indonesia pada 2024 mencapai 68-70 juta ton dengan 48,61% dari timbulan sampah yang dapat ditangani *business as usual* (BaU), TPA di Indonesia diproyeksikan melebihi kapasitas daya tampungnya pada tahun 2028 atau lebih cepat. Saat ini beberapa TPA mengalami kelebihan kapasitas antara lain DKI Jakarta, Kota Bandung, dan beberapa wilayah di DI Yogyakarta, seperti Kota Sleman dan Kabupaten Bantul.

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan per 4 Juni 2024, persentase pengelolaan sampah di Indonesia pada tahun 2023 sebesar 62,34% dengan persentase pengurangan sampah 13,73% dan penanganan sampah 48,61%. Masih terdapat 37,66% sampah yang tidak terkelola. Selain itu, capaian pengolahan sampah pada 2023 terdata sebesar 12,29% dengan rincian daur ulang sampah 10,89% dan *material recovery* 1,40%. Capaian kinerja pengelolaan sampah berupa pengurangan dan penanganan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga dapat digambarkan sebagai berikut.



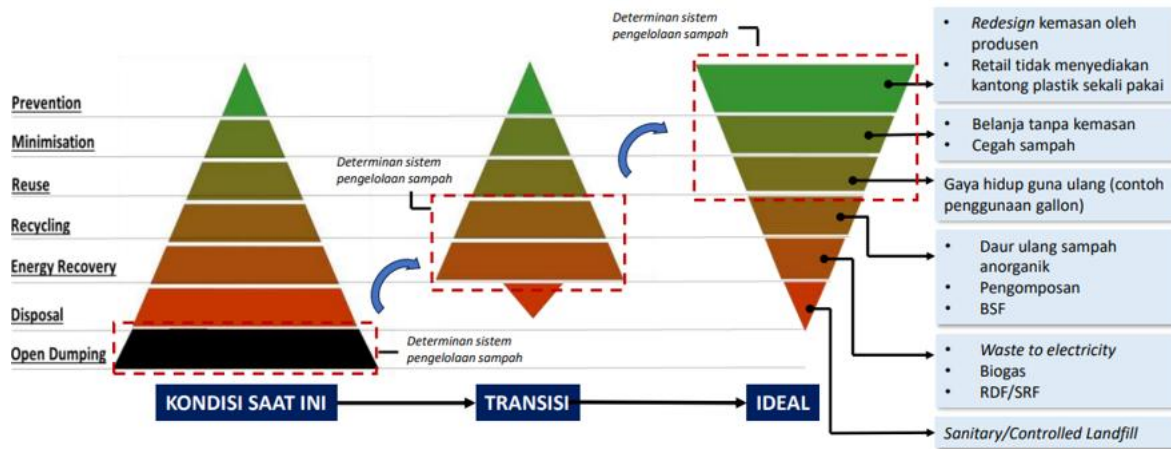
Gambar 2.1 Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah
Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2024¹¹

Secara umum, sistem pengelolaan persampahan nasional masih belum menunjukkan kinerja yang memuaskan. Rantai pengelolaan persampahan yang masih bergantung pada TPA serta minimnya upaya pengelolaan sampah menyebabkan volume sampah yang dikirim ke TPA tetap tinggi, sehingga menyulitkan pencapaian target untuk tidak membangun TPA baru pada tahun 2030.

Hierarki pengelolaan sampah memprioritaskan pencegahan, pengurangan, penggunaan kembali, daur ulang, dan pemulihan energi sebelum pembuangan akhir, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 2.2**. Berdasarkan hierarki tersebut, RDF termasuk dalam tahap pemulihan energi, yaitu proses mengubah sampah yang tidak dapat didaur ulang menjadi bahan bakar.

¹¹ <https://sipsn.menlhk.go.id/> diakses pada 25 April 2024.

Berdasarkan hierarki tersebut, semua opsi untuk meminimalkan sampah harus dipertimbangkan sesuai urutan prioritas sebelum menentukan dan menerapkan teknologi pengolahan yang paling sesuai.



Gambar 2.2 Hierarki Pengelolaan Sampah

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2024

Kerangka hukum dan prinsip untuk menilai kelayakan dan keberlanjutan teknologi dalam pengelolaan sampah dapat mengacu pada Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 yang mensyaratkan agar pengelolaan sampah harus memenuhi standar kualitas dan keamanan lingkungan.

Pemerintah Indonesia juga telah menetapkan target nasional pengelolaan sampah yang tertuang dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional 2025-2045 (RPJPN) dan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2025-2029 (RPJMN). Dalam RPJPN pada tahun 2045 ditetapkan target rumah tangga telah terlayani layanan penuh pengumpulan sampah sebesar 100%, dan sampah terolah di fasilitas pengolahan sampah 90% (dimana 35% berupa daur ulang). Sementara dalam RPJMN pada 2029 ditetapkan target rumah tangga terlayani pengumpulan sampah sebesar 85% dan sampah terolah sebesar 38%. Sejumlah aksi untuk mencapai target pengelolaan sampah nasional didorong untuk mendukung konsep sampah menjadi energi (*waste to energy* atau *WtE*) sebagai bagian dari aksi mitigasi iklim, salah satunya adalah pengolahan sampah menjadi RDF. Pengolahan sampah menjadi RDF dinilai sebagai salah satu opsi berkelanjutan dalam pengelolaan sampah, juga penting dalam kerangka efisiensi sumber daya, yakni dalam pemulihan energi dari sampah. RDF memiliki kalori bersih yang cukup baik dan kualitas yang konsisten sebagai pengganti sebagian panas yang dihasilkan oleh bahan bakar konvensional yang digunakan oleh industri jika input sampah yang diolah menjadi RDF memenuhi kriteria pengolahan. Melalui pemanfaatan energi dari hasil proses pengolahan sampah, produksi RDF dari sampah juga mendukung peningkatan ekonomi sirkular.

Peraturan terkait yang mengatur tata kelola persampahan adalah Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2013. Meskipun Peraturan Menteri ini tidak secara eksplisit menyebut RDF, namun prinsip-prinsip dan arahan di dalam Peraturan Menteri tersebut mendukung pengembangan dan pemanfaatan RDF sebagai bagian dari sistem pengelolaan sampah di Indonesia yang lebih komprehensif dan berkelanjutan. Peraturan Menteri ini mendorong pengembangan berbagai metode pengolahan sampah, termasuk teknologi pengolahan sampah yang menghasilkan energi.

RDF dapat membantu upaya meningkatkan pengelolaan sampah nasional, khususnya dalam konteks ekonomi sirkular dan pengurangan emisi karbon. RDF yang dihasilkan dari pengolahan sampah tergolong mudah terbakar dan dapat digunakan sebagai bahan

bakar alternatif untuk berbagai industri, dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, mengurangi emisi GRK, dan meminimalisasi volume sampah yang dikirim ke TPA.

Untuk mencapai *zero waste* di tahun 2050, Pemerintah menerapkan strategi pengelolaan pada subsektor limbah padat domestik dengan mendorong pengelolaan berbasis 3R dan ekonomi sirkular. Langkah penerapan strategi tersebut akan dimulai pada tahun 2025 melalui *landfill mining* untuk mengoptimalkan pengelolaan sampah secara berkelanjutan. Kemudian, pada tahun 2030, volume sampah yang dikirim ke TPA diharapkan akan berkurang secara bertahap, sehingga tidak akan ada lagi pembangunan TPA baru. Pada tahun 2040, pengelolaan sampah akan ditingkatkan melalui daur ulang kertas, penerapan 3R untuk jenis sampah non-kertas, WtE termasuk RDF, serta penerapan *zero open burning*¹².

Dokumen RPJPN Indonesia menyebutkan visi persampahan 2045 adalah pengelolaan persampahan yang terpadu dan berwawasan lingkungan dengan memenuhi asas tanggung jawab, manfaat, keadilan, kesadaran, kebencanaan, keselamatan, keamanan, dan nilai ekonomi. Target *output* dari pengelolaan persampahan pada tahun 2045 adalah 100% rumah tangga mendapatkan layanan penuh pengumpulan sampah, 90% sampah terolah di fasilitas pengolahan sampah termasuk di dalamnya 35% sampah terdaur ulang, 10% sampah residu tersisa di Lahan Urug Residu (LUR).

Di dalam dokumen RPJPN, pengolahan sampah menjadi RDF dimaknai sebagai pengolahan sampah dari kegiatan material dan *energy recovery* dengan target sampah terolah ditampilkan pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Rincian Target Sampah Terolah

Target	(Baseline)	2029	2034	2039	2045
Persentase Sampah Terolah di Fasilitas	15% [2023]	8%	54%	70%	90%
Pengolahan Sampah, terdiri dari:					
Persentase Sampah Terdaur Ulang	13% [2023]	20%	-	-	35%
Persentase Sampah Terolah (Material & energy recovery)	2%	18%	-	-	55%

Sumber: Kementerian PPN/Bappenas, 2025.

Tabel di atas menggambarkan target persentase pengolahan sampah di fasilitas pengolahan sampah dari tahun 2023 hingga 2045. Menggunakan *baseline* pada tahun 2023 sebesar 15%, dengan target yang ditetapkan meningkat signifikan, mencapai 38% pada 2029, 54% pada 2034, 70% pada 2039, dan 90% pada 2045. Dalam hal ini RDF masuk dalam kategori sampah terolah untuk material dan pemulihan energi, dengan *baseline* dimulai dari 2% pada tahun 2023, dengan target sebesar 18% pada 2029, dan meningkat menjadi 55% pada tahun 2045. Secara keseluruhan, **Tabel 2.1** mencerminkan ambisi kebijakan Pemerintah dalam pengolahan sampah yang bertujuan meningkatkan efisiensi pengolahan, daur ulang, dan pemulihan energi dalam jangka panjang, menunjukkan komitmen untuk mencapai keberlanjutan dan efisiensi sumber daya.

Melalui RDF, Kementerian Lingkungan Hidup memperkirakan potensi pemanfaatannya oleh Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) bisa mencapai 16.000 ton RDF/hari sedangkan

¹² Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, "Rencana Operasional Indonesia's Zero Waste Zero Emission 2050", 2024.

industri semen berpotensi untuk memanfaatkan 8.000 ton RDF/hari. Dari kedua industri tersebut potensi sampah yang dapat diolah sekitar 24.000 ton/hari.

Di Indonesia, implementasi RDF dalam pengelolaan sampah nasional masih menemui berbagai tantangan antara lain terbatasnya penyediaan infrastruktur pengolahan sampah untuk menghasilkan RDF berkualitas tinggi, kurang berkembangnya pasar RDF yang menjamin keberlanjutan produksi RDF, serta lemahnya koordinasi antara Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah, produsen RDF, dan industri pengguna RDF. Meskipun demikian, potensi RDF untuk berkontribusi pada pengelolaan sampah nasional yang lebih berkelanjutan dan mendukung ekonomi sirkular di Indonesia sangat besar. Penerapan RDF yang sesuai dengan perencanaan yang matang akan semakin penting di masa depan seiring dengan meningkatnya jumlah sampah dan kesadaran akan pentingnya keberlanjutan lingkungan.

2.2 RDF dalam Tata N Kajian Nasional

2.2.1 Potensi Kontribusi RDF dalam Mencapai Target RPJPN 2025-2045 dan RPJMN 2025-2029

Transformasi pembangunan Indonesia ke depan telah dituangkan ke dalam RPJPN 2025-2045, yang memuat visi Indonesia Emas 2045. Pada rancangan RPJPN 2025-2045, pengelolaan sampah menjadi salah satu arah kebijakan di dalam Agenda Pembangunan Transformasi Ekonomi, khususnya Tujuan 5: Penerapan Ekonomi Hijau.

Untuk mencapai visi persampahan 2045 yaitu pengelolaan persampahan yang terpadu dan berwawasan lingkungan dengan memenuhi asas tanggung jawab, manfaat, keadilan, kesadaran, kebencanaan, keselamatan, keamanan, dan nilai ekonomi, RPJPN menetapkan target *output* pengelolaan persampahan pada tahun 2045 yaitu 100% rumah tangga mendapatkan layanan penuh pengumpulan sampah, 90% sampah terolah di fasilitas pengolahan sampah termasuk didalamnya 35% sampah terdaur ulang, 10% sampah residu tersisa di LUR. Hasil yang diharapkan adalah kesehatan masyarakat meningkat, kualitas lingkungan yang lestari, dan sampah termanfaatkan menjadi sumber daya terkelola secara berkelanjutan.

Selain itu, dalam RPJMN 2025-2029 juga telah memuat target pengelolaan sampah yang diharapkan tercapai selama kurun waktu 5 tahun pembangunan. Pada 2029 telah ditetapkan target dengan rincian timbulan sampah terolah di fasilitas pengolahan sampah sebesar 38% dimana 24% berupa daur ulang, dan rumah tangga yang mendapatkan layanan pengumpulan sampah mencapai 85%.

Potensi kontribusi penerapan RDF terhadap target pengolahan sampah nasional dihitung mengacu pada proyeksi timbulan sampah nasional dengan *baseline* tahun 2023, proyeksi sampah tahun 2045 dari Kementerian Lingkungan Hidup dan sasaran pengolahan sampah dalam dokumen RPJPN melalui material dan *energy recovery* untuk periode 2029 hingga 2045. Pendekatan ini mempertimbangkan estimasi volume sampah yang dapat diolah menjadi RDF, serta potensi penyerapan RDF berdasarkan kebutuhan industri pengguna (*offtaker*).

Tabel 2.2 Potensi Kontribusi RDF terhadap Pengolahan Sampah Nasional melalui Material & Energy Recovery

Tahun	Target Sampah Terolah (<i>material & energy recovery</i>) (Sumber: Bappenas)	Total Estimasi Pengolahan Sampah berdasarkan Target	Total Estimasi Sampah Terolah menjadi RDF	Potensi Kontribusi RDF terhadap Pengolahan Sampah Nasional melalui Material & Energy Recovery
2029	18%	13.275.000 ton/tahun	3.111.000 ton/tahun	23,44%
2034	30%*	22.950.000 ton/tahun	5.457.000 ton/tahun	23,78%
2039	41%*	32.492.500 ton/tahun	6.630.000 ton/tahun	20,40%
2045	55%	45.100.000 ton/tahun	7.089.000 ton/tahun	15,72%

*) prognosa berdasarkan target 2029 dan 2045.

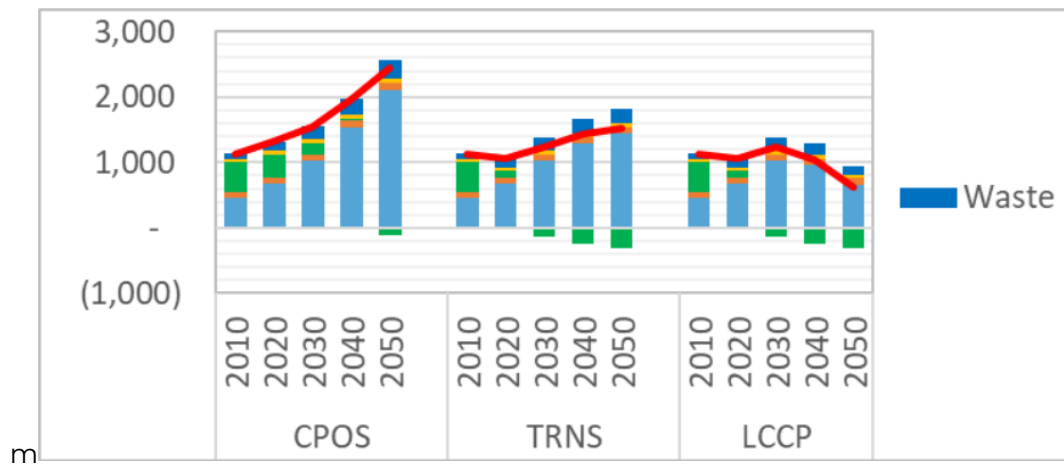
Melihat kontribusi RDF yang diproyeksikan terhadap target pengelolaan sampah nasional sebagaimana ditunjukkan dalam tabel di atas, terlihat bahwa penerapan teknologi RDF dapat menjadi salah satu elemen kunci dalam mencapai sasaran *material and energy recovery* hingga tahun 2045. Oleh karena itu, diperlukan langkah lanjutan untuk mengidentifikasi potensi wilayah, infrastruktur, dan kapasitas yang mendukung implementasi RDF secara berkelanjutan.

2.2.2 RDF dalam Kebijakan Penurunan Emisi CO₂ Nasional

Pada tahun 2022, Indonesia telah menyampaikan dokumen Enhanced Nationally Determined Contribution (ENDC) sebagai bagian dari upaya meningkatkan ambisi penurunan emisi GRK serta memperbarui kebijakan nasional terkait perubahan iklim. Target untuk 2030 yang dituangkan dalam ENDC Indonesia yaitu mengurangi emisi GRK sebesar 31,89% (*Counter Measure 1*) dengan upaya sendiri, serta 43,2% (*Counter Measure 2*) dengan dukungan kerja sama internasional. Skenario kebijakan mitigasi sektor limbah menargetkan pengurangan tingkat emisi GRK sebesar 40 juta ton CO₂e di tahun 2030 dengan upaya sendiri (1,4% dari BaU) dan sebesar 43,5 juta ton CO₂e dengan dukungan internasional (1,5% dari BaU).

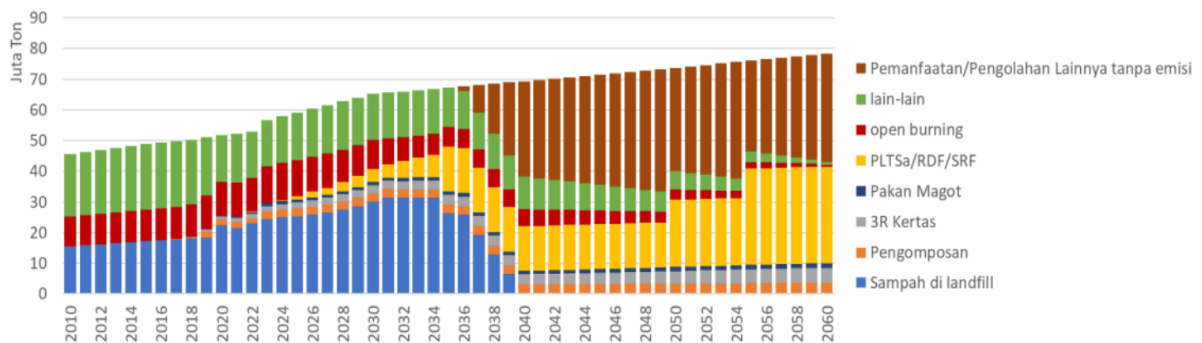
RDF merupakan salah satu strategi aksi mitigasi emisi GRK di sektor limbah pada sub sektor limbah padat domestik yang dinyatakan dalam dokumen ENDC. Pemanfaatan limbah padat domestik dengan mengonversi menjadi energi melalui RDF atau sebagai sumber energi terbarukan di Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) diestimasi dapat mengolah 4,6 juta ton *municipal solid waste* (MSW) untuk menghindari 1,9 juta ton CO₂e¹².

Selain itu, Pemerintah Indonesia telah menetapkan Strategi Jangka Panjang Rendah Emisi yang Berketahanan Iklim melalui dokumen *Low Carbon Development and Climate Resilience* (LTS-LCCR) 2050 yang disampaikan kepada *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) pada Juli 2021. Dalam dokumen tersebut, Indonesia mengusung visi ambisius melalui skenario *low carbon scenario compatible* (LCCP) with Paris Agreement target. Melalui skenario ini, Indonesia berkomitmen untuk meningkatkan upaya pengurangan emisi GRK dengan puncak emisi bersih GRK nasional yang diproyeksikan tercapai pada tahun 2030 sebesar 1.244 juta ton CO₂e, atau setara dengan 4,23 ton CO₂e per kapita. Setelah mencapai puncak tersebut, emisi bersih akan terus menurun hingga mencapai 540 juta ton CO₂e pada tahun 2050, atau setara dengan 1,6 ton CO₂e per kapita. Indonesia juga akan terus mengeksplorasi peluang untuk mempercepat pencapaian *net zero emission* (NZE) pada tahun 2060 atau lebih cepat.



Gambar 2.3 Strategi LTS-LCCR Sektor Limbah: a) CPOS (current policy scenario); b) TRNS (transition scenario); dan c) LCCP (low carbon scenario compatible with Paris Agreement target)
Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2024¹²

Pada LTS-LCCR untuk sektor limbah, tingkat emisi GRK akan berkurang setelah tahun 2030 dan mencapai 62 juta ton CO₂e pada tahun 2050. Diperlukan pengelolaan limbah untuk dapat mengurangi emisi GRK melalui penguatan kerangka kebijakan dalam mengatur pengelolaan limbah terpadu dan pengembangan ekosistem sirkular ekonomi untuk mencapai zero waste di tahun 2040.



Gambar 2.4 Strategi Zero Waste Zero Emission Tahun 2050
Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2024¹²

Pencapaian target di tahun 2050 dilakukan dengan:

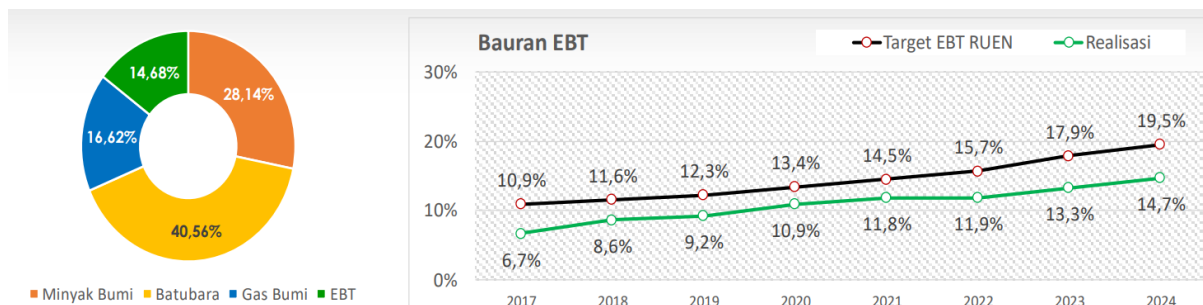
- Pengelolaan TPA dengan metode lahan urug saniter/terkendali dengan dilengkapi fasilitas penangkapan dan pemanfaatan gas metan.
- Tidak ada pembangunan TPA baru sejak tahun 2030 dengan memanfaatkan *landfill existing* dengan optimal dan memulai *landfill mining*.
- Sampah yang diangkut ke *landfill* berkurang dengan target menuju 'zero' di 2040 (hanya menerima residu).
- Menuju *zero open burning* di tahun 2031.
- Tahun 2030 ditargetkan 50% industri menggunakan kertas daur ulang dalam negeri dan tahun 2040 semua industri menggunakan kertas daur ulang dari dalam negeri.
- Peningkatan pengolahan sampah yang tidak lagi masuk *landfill* di luar pengomposan/3R, yaitu PLTSa/RDF/SRF (*solid recovered fuel*) dan lainnya (bahan

baku pupuk organik, biodigester sampah, dan magot untuk sampah biomas serta *landfill* untuk material inert dalam sampah.

2.2.3 RDF dalam Kebijakan Energi Nasional

Menurut rancangan Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang tertuang pada Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014, target pangsa energi terbarukan Indonesia dalam penyediaan energi primer adalah 19-21% di tahun 2030 dan 70-72% di tahun 2060. Salah satu aspek utama di dalam tujuan ketahanan energi adalah diversifikasi sumber energi terbarukan. Sasaran ini juga tercermin dalam Rencana Umum Energi Nasional atau RUEN (Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017), yang menetapkan target pangsa energi terbarukan sebesar 23% dalam penyediaan primer pada tahun 2025, dan 31% pada tahun 2050.

Mengacu pada Kebijakan Energi Nasional (KEN) dan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), salah satu sasaran pengelolaan energi nasional adalah dengan tercapainya bauran energi nasional yang terdiri dari empat jenis energi primer, yaitu minyak bumi, gas bumi, batubara, dan energi baru dan terbarukan (EBT), dengan target pencapaian masing-masing energi primer tersebut dalam tahun 2025 yaitu (i) peran EBT paling sedikit 23%, (ii) peran minyak bumi kurang dari 25%, (iii) peran batubara minimal 30%, dan (iv) peran gas bumi minimal 22%. Sejak tahun 2016 secara umum porsi EBT dalam bauran energi menunjukkan tren yang meningkat. Meski demikian, capaian tersebut masih belum bisa memenuhi target yang ditetapkan per tahunnya. Apabila dibandingkan dengan capaian bauran EBT tahun 2021, capaian bauran EBT tahun 2021 sebesar 11,7%, tahun 2022 sebesar 11,9%, dan capaian tahun 2023 sebesar 13,29%. Gambar 2.5 menunjukkan hasil prognosa menunjukkan bahwa bauran EBT tahun 2024 sebesar 14,68% atau mengalami kenaikan 1,39 poin bila dibandingkan dengan capaian bauran EBT.



Gambar 2.5 Pangsa EBT dalam Bauran Energi Primer¹³

Sumber: Kementerian ESDM, 2024

Untuk mencapai target bauran energi baru dan terbarukan sebesar 23% terhadap total pemakaian energi primer pada tahun 2025 sekaligus mengurangi emisi GRK dari sektor energi, Pemerintah Indonesia membuat beberapa rencana aksi, di antaranya adalah: (1) Moratorium investasi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) batu bara, (2) *Phase out* PLTU batu bara tahun 2050, dan (3) Implementasi *co-firing* melalui pencampuran bahan bakar sampah sebesar 1% hingga 5% suplai energi batu bara. Kebijakan *co-firing* juga telah tercantum dalam Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) 2019-2038 bahwa untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan mencapai komitmen target pembangunan berkelanjutan, Pemerintah melalui Kementerian ESDM mensosialisasikan Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 tahun 2023 tentang Pemanfaatan Bahan Bakar Biomassa Sebagai Bahan Bakar PLTU. Pada Peraturan Menteri ini dilampirkan penahapan

¹³ Laporan Kinerja Kementerian ESDM, 2024

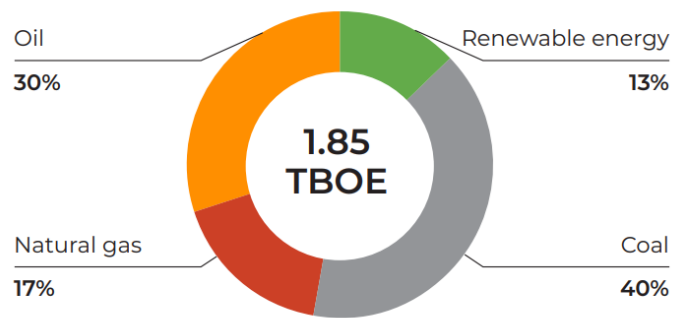
pemanfaatan bahan bakar biomassa untuk *co-firing* tahun 2023 hingga tahun 2030 sebagai berikut:

Tabel 2.3 *Pentahapan Pemanfaatan Bahan Bakar Biomassa untuk Co-firing Biomassa Nasional*

Tahun	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Jumlah bahan bakar biomassa (juta ton/tahun)	1.05	2.83	10.20	10.11	9.08	9.11	9.14	8.91

Sumber: Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2023

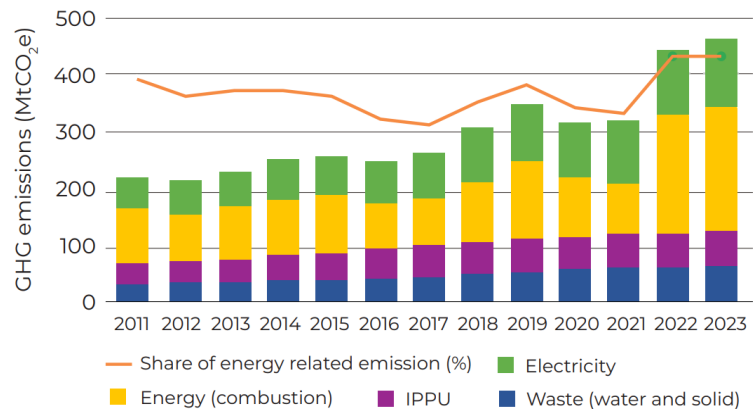
Pada tahun 2023, pasokan energi Indonesia mencapai 1843 *million barrels of oil equivalent* (MBOE), dengan batu bara sebagai penyumbang terbesar (736 MBOE). Sektor industri dan transportasi merupakan konsumen energi terbesar di Indonesia, yang mencakup hampir 90% dari total konsumsi energi final.



Gambar 2.6 *Suplai Campuran Energi Primer Indonesia*

Sumber: Institute for Essential Services Reform, 2025

Sektor industri menyumbang setidaknya 460 juta ton CO₂e emisi pada tahun 2023, menandai peningkatan hampir 5% dibandingkan dengan tahun 2022. Hampir 73% dari emisi ini disebabkan oleh konsumsi energi, terutama dari pembakaran bahan bakar fosil. Tingginya emisi dari sektor industri menimbulkan kekhawatiran tentang efektivitas upaya pengurangan emisi dan keselarasannya dengan *National Determined Contribution* (NDC) dan NZE. Ini termasuk perpanjangan subsidi bahan bakar fosil untuk gas alam berdasarkan kebijakan Harga Gas Bumi Tertentu (HGBT), sesuai dengan Keputusan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 255 Tahun 2024, sementara batas pasar batu bara dalam *Domestic Market Obligation* (DMO) tetap berlaku tanpa batas waktu.



Gambar 2.7 *Emisi GRK Historis dari Kegiatan Industri*

Sumber: KLHK (2023); Kementerian ESDM (2024)

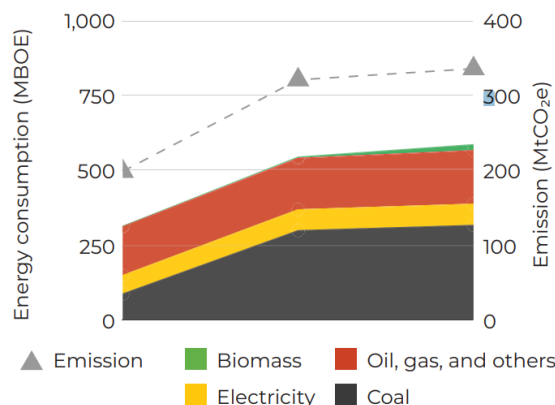
Meningkatnya konsumsi energi di sektor industri menjadi dasar bagi Pemerintah untuk mendorong industri melakukan transisi sumber energi yaitu beralih dari bahan bakar fosil menjadi bahan bakar alternatif yang lebih rendah emisi karbon seperti biomassa dan RDF.

2.2.4 Dekarbonisasi Industri

RDF bersama dengan sumber energi lain yang bersumber dari pengolahan sampah seperti SRF, biomassa, dan bahan bakar jumputan padat (BBJP), dikategorikan sebagai bagian dari bioenergi, merupakan salah satu bentuk energi baru dan terbarukan dalam kebijakan pengembangan EBT nasional¹⁴. Transformasi menuju energi terbarukan melalui bioenergi mencerminkan langkah awal yang selaras dengan upaya dekarbonisasi sektor industri nasional.

Kementerian Perindustrian sedang mengembangkan peta jalan dekarbonisasi dan penetapan harga karbon untuk 9 sub sektor industri prioritas, yang diharapkan akan selesai pada awal tahun 2025. Hingga pertengahan tahun 2024, terdapat 103 industri hijau bersertifikat dan 37 standar yang diakui, yang menggambarkan lanskap ekosistem industri hijau¹⁵. Perkembangan ini menyoroti jalan panjang mencakup pembentukan arah kebijakan Pemerintah Indonesia untuk mencapai NZE di sektor industri pada tahun 2060 atau lebih cepat.

Konsumsi energi di sektor industri meningkat hampir 9%, mencapai 556 MBOE pada tahun 2023¹⁴. Peningkatan ini didorong oleh tingkat pertumbuhan *year-on-year* sebesar 4,6%¹⁶. Porsi konsumsi energi terbesar berasal dari bahan bakar fosil, dengan batu bara mencapai 56,9%, gas alam dan LPG sebesar 21,6%, dan bahan bakar minyak sebesar 5,1%. Pemanfaatan EBT meningkat dari 3,82% pada tahun 2022 menjadi 6,52% pada tahun 2023.



Gambar 2.8 Permintaan Energi Sektor Industri dan Emisi Terkait Energi

Sumber: Institute for Essential Services Reform, 2025^{Error! Bookmark not defined.}

Konsumsi batu bara industri naik sebesar 5% dari tahun 2022 ke tahun 2023, dengan *compounded annual growth rate* (CAGR) sebesar 32,4% sejak tahun 2017. Konsumsi batu bara di subsektor besi, baja, dan metalurgi naik sebesar 20%, mencapai 60,1 juta ton pada tahun 2023, didorong oleh pertumbuhan *year-on-year* sebesar 14,2%^{Error! Bookmark not defined.},¹⁷.

Sebaliknya, konsumsi batu bara di subsektor semen, tekstil, dan pupuk menurun sebesar 25%, sedangkan subsektor pulp dan kertas mengalami penurunan sebesar 16%. Pengurangan ini merupakan hasil dari upaya dekarbonisasi, termasuk penggunaan bahan

¹⁴ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2024

¹⁵ Pusat Industri Hijau Kementerian Perindustrian, 2024.

¹⁶ GoI, 2024a

¹⁷ Nurdifa, A. R., "Industri Logam Dasar Tumbuh Pesat 14,17%, Ada Andil Permintaan dari China?", 2024.

bakar alternatif seperti RDF, limbah industri, dan biomassa, serta perlambatan permintaan pasar^{18,19,20}. Meskipun demikian, sektor industri masih sangat bergantung pada batu bara, dengan transisi terbatas ke energi terbarukan dan bahan bakar berkelanjutan. Sektor industri pengolahan khususnya, harus diprioritaskan untuk upaya dekarbonisasi lebih lanjut melalui penerapan bahan bakar alternatif rendah karbon, seperti bioenergi, hidrogen rendah karbon, dan RDF.

Industri menghadapi sejumlah tantangan dalam penerapan RDF termasuk ketersediaan yang terbatas, masalah kualitas, dan risiko terkait proses. Secara khusus, hidrogen dan amonia—yang saat ini sedang dinilai dari segi kepraktisan, keterjangkauan, dan ketersediaannya—diperkirakan tidak akan digunakan secara luas hingga setelah tahun 2030. Di sisi lain, sampah sebagai bahan baku RDF memiliki suplai melimpah sehingga bisa didorong menjadi bahan bakar yang dapat digunakan industri secara berkelanjutan.

Sektor industri masih bergantung pada bahan bakar fosil tetapi mulai menjajaki penggunaan biomassa dan biofuel. Menurut laporan Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia (HEESI) yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, sektor industri mengonsumsi 6,9% biofuel nasional, tidak termasuk yang digunakan untuk transportasi dan logistik. Biomassa dan biofuel menyumbang sekitar 6,5% dari total konsumsi energi sektor industri²¹. Pemanfaatan atau pembakaran RDF sebagai pengganti bahan bakar fosil memiliki potensi untuk mengurangi emisi GRK dan emisi lainnya. Karena kandungan sulfur yang lebih rendah dibandingkan batu bara, RDF menghasilkan emisi sulfur dioksida (SO₂) yang lebih rendah.

Menurut metode perhitungan emisi *tier 1* dari WBCSD, RDF memiliki faktor emisi yang lebih rendah dibandingkan batu bara yang mengarah pada emisi karbon dioksida yang lebih rendah saat pembakaran. Selain itu, karena RDF berasal dari sampah, pemanfaatan RDF di industri akan mengurangi jumlah sampah yang dibuang di TPA sehingga mendukung pengelolaan sampah yang lebih baik.

Namun demikian, salah satu hambatan utama untuk adopsi RDF di industri adalah harga, karena RDF berkualitas baik akan memiliki harga yang lebih tinggi dari bahan bakar alternatif lainnya serta berpotensi mendekati harga batu bara. Dengan harga batu bara yang masih disubsidi, pembelian RDF kurang menarik bagi pelaku bisnis.

Di sisi lain, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral mencatat bahwa sektor industri mengonsumsi sekitar 85 juta ton/tahun batu bara, yang setara dengan sekitar 500 juta ton biomassa. Jumlah ini sulit dicapai, mengingat kemampuan produksi biomassa di Indonesia masih terbatas. Dengan demikian, penting untuk memprioritaskan elektrifikasi, pemanfaatan bahan bakar alternatif seperti RDF yang berkelanjutan, dan penggunaan teknologi *carbon capture storage* (CCS) atau *carbon capture utilization and storage* (CCUS) untuk meminimalkan emisi GRK sektor industri.

2.3 Kondisi Penerapan RDF di Indonesia

RDF adalah produk yang dihasilkan dari proses pemilahan sampah antara fraksi sampah dapat terbakar (*combustible fraction*) dan fraksi sampah sulit terbakar (*non-combustible fraction*) seperti logam dan kaca. Terdapat dua jenis material dapat terbakar di dalam sampah yang memberikan kontribusi terhadap nilai kalor RDF, yaitu material yang memiliki nilai kalor tinggi antara lain kertas, plastik, karet, kain/tekstil, dan kayu serta

¹⁸ Ember, "Risiko Mengabaikan Emisi Metana di Pertambangan Batu Bara", 2024.

¹⁹ Atmoko, C., "Semen Indonesia Berinovasi Dukung Pembangunan Rendah Karbon", 2024.

²⁰ Sayekti, I. M. S., "SIG Gencar Inisiatif Dekarbonisasi Hasilkan Semen Hijau & Pembangunan Ramah Lingkungan", 2024.

²¹ Kementerian ESDM, 2024

material yang memiliki nilai kalor rendah antara lain material yang mudah membusuk seperti sampah organik basah.

RDF berkualitas baik adalah RDF yang memiliki nilai kalor yang tinggi yang dihubungkan dengan kadar air yang lebih rendah serta konsentrasi senyawa pengotor seperti batu dan senyawa toksik misalnya logam berat dan klorin yang rendah. Sumber sampah, komposisi sampah, serta proses pengolahan awal (*pre-processing*) berpengaruh terhadap kualitas akhir RDF.

Berdasarkan American Standard Testing and Material (ASTM E856-83), terdapat tujuh jenis RDF yang diklasifikasikan sesuai dengan bentuk dan proses pemilahan awal RDF. Jenis RDF sesuai dengan ASTM sebagai berikut:

1. RDF-1 adalah RDF dalam bentuk turunan dari sampah, merupakan sampah domestik MSW yang digunakan sebagai bahan bakar yang telah dipisahkan dari sampah yang berukuran besar dan tebal.
2. RDF-2 adalah MSW yang diproses menjadi partikel kasar dengan atau tanpa logam besi (*ferrous metal*). Sub-kategori dari RDF-2 merupakan serpihan RDF yang kemudian dipisahkan sebesar 95% berat dapat melewati saringan mesh 6 dan dipadatkan (sekitar 300 kg/m³), (disebut juga sebagai *coarse* RDF atau c-RDF);
3. RDF-3 merupakan bahan bakar yang dicacah yang berasal dari MSW dan diproses untuk memisahkan logam, kaca, dan bahan anorganik lainnya, dengan ukuran partikel 95% dari berat yang dapat melewati saringan berukuran 2 inci persegi (disebut juga sebagai *fluff* RDF);
4. RDF-4 merupakan fraksi sampah yang dapat dibakar (*combustible*) yang diolah menjadi bentuk serbuk, 95% berat dapat melalui saringan mesh 10 (disebut juga sebagai *dust* RDF atau p-RDF);
5. RDF-5 dihasilkan dari fraksi sampah yang dapat dibakar yang kemudian dipadatkan menjadi 600 kg/m³, dalam bentuk granul, *slags*, *cubettes*, briket, dsb (disebut juga dengan *densified* RDF atau d-RDF);
6. RDF-6 adalah MSW yang diproses menjadi bahan bakar dalam bentuk cair;
7. RDF-7 adalah MSW yang diproses menjadi bahan bakar dalam bentuk gas.

2.3.1 Standar RDF

Klasifikasi RDF di Eropa diatur oleh UNI CEN/TS 15359 berdasarkan *net calorific value* berfungsi sebagai indikator ekonomi, kandungan klorin sebagai indikator teknologi, dan kandungan merkuri sebagai parameter lingkungan. Klasifikasi tersebut bertujuan untuk menentukan kualitas dan karakteristik RDF yang menjamin dari penyalahgunaan saat RDF diperjualbelikan sebagai bahan bakar. Referensi terbaru standar SRF adalah ISO 21640 dapat dilihat pada laman <https://www.iso.org/standard/71309.html>.

Saat ini, Indonesia telah memiliki Standar Nasional Indonesia (SNI) 8966:2021 BBJP untuk Pembangkit Listrik yang diinisiasi oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai standar bahan bakar sejenis RDF untuk kegiatan *co-firing* dengan batu bara di PLTU.

Untuk industri, saat ini telah disusun draf SNI 9313:2024 dengan judul Bahan Bakar Serpihan Sampah untuk industri semen. Standar ini bertujuan untuk melindungi pengguna RDF agar mendapat bahan bakar yang memenuhi persyaratan teknis serta memberikan kepastian pemanfaatan kepada investor/produsen dalam mendukung pengembangan industri bahan bakar.

Hingga saat ini, standardisasi RDF di tingkat internasional belum tersedia, berbeda dengan SRF yang telah memiliki standar ISO 21640. Standar tersebut lebih relevan untuk bahan bakar hasil pemrosesan lanjutan dengan spesifikasi ketat, sementara RDF di berbagai

negara memiliki karakteristik yang bervariasi tergantung pada sumber bahan baku dan teknologi pengolahan yang digunakan. Di Indonesia, standar nasional yang ada, seperti SNI 8966:2021 untuk *co-firing* di PLTU dan SNI 9313:2024 untuk industri semen, telah dirancang agar sesuai dengan kondisi dan kebutuhan industri di Indonesia.

2.3.2 Penyediaan RDF

Dari sisi penyediaan, Indonesia telah memulai pembangunan fasilitas RDF pada tahun 2017. TPST RDF berlokasi di Desa Tritih Lor, Kecamatan Jeruklegi, Kabupaten Cilacap, pada lahan seluas 3 hektar menerapkan teknologi RDF pertama di Indonesia, terselenggara berkat kerja sama para pihak yaitu Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, berperan dalam penyediaan bangunan utama, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan berperan dalam penyediaan peralatan mekanikal dan elektrik buatan Jerman yang merupakan hibah dari Kerajaan Denmark (DANIDA). Pemerintah Provinsi Jawa Tengah berperan dalam penyediaan sarana pendukung; Pemerintah Kabupaten Cilacap berperan dalam penyediaan tanah dan jalan akses. Operator dan *offtaker* produk RDF dari fasilitas ini adalah PT Solusi Bangun Indonesia (SBI) di Cilacap.

Terdapat juga fasilitas RDF yang dibangun dengan inisiatif dari daerah dengan menggunakan APBD seperti RDF TPST BLE Banyumas di Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah. Fasilitas ini dikelola oleh Kelompok Swadaya Masyarakat (KSM) dengan kesepakatan berupa MoU antara pemerintah Kabupaten Banyumas dengan dua *offtaker* yakni PT Solusi Bangun Indonesia dan PLTU Cilacap Greenprosa.

Fasilitas pengolahan sampah menjadi RDF lainnya dibangun di TPST Bantar Gebang dengan kapasitas 2.000 ton/hari sampah terdiri dari 1.000 ton/hari sampah segar (*fresh waste*) dan 1.000 ton/hari sampah lama dari penimbunan (*landfill mining waste*) dibangun oleh Pemerintah DKI Jakarta. Fasilitas ini menggunakan mekanisme pengeringan termal. Target produk sebesar 700 ton per hari RDF berbentuk *fluff* dengan nilai kalor di atas 3.200 kcal/kg, kadar air maksimal 20%, dan kadar *chlorin* maksimal 1%. membutuhkan lahan < 2 hektar untuk peralatan proses.



Gambar 2.9 Fasilitas RDF Plant Bantar Gebang
Sumber: Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta, 2023

Offtaker yang memanfaatkan produk RDF yang dihasilkan fasilitas ini adalah dua pabrik semen di Jawa Barat yaitu PT Indocement dan PT SBI. Indocement direncanakan akan menerima RDF sebesar minimal 625 ton per hari sedangkan SBI direncanakan menerima RDF hingga 75 ton per hari. Fasilitas ini dibangun menggunakan anggaran sebesar Rp 1,1 triliun berasal dari dana pinjaman daerah yang mendukung Pemulihan Ekonomi Nasional (PEN) sebesar Rp 456,3 miliar dan pendanaan APBD tahun 2022 sebesar Rp 613,9 miliar. Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta menyebutkan bahwa RDF di Bantar Gebang

berpotensi menghasilkan pendapatan untuk Pemerintah Provinsi DKI Jakarta sebesar Rp 59,4 miliar per tahun dengan target produksi 700 ton sampah per hari²².

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat memprakarsai rencana pembangunan TPST di bawah progam ISWMP dengan lokasi di beberapa daerah yakni : Kota Bandung, Kabupaten Indramayu, Kota Depok, Kabupaten Gianyar, Kota Padang, Kabupaten Tuban, dan Kota Cilegon. Namun perlu diperhatikan bahwa TPST-TPST tersebut belum seluruhnya menerapkan pengolahan RDF. Karena telah dibangun beberapa fasilitas pengolahan RDF yang dibangun pemerintah pusat, maka perlu kajian dan analisis mengenai potensi implementasi RDF.

Kajian ini telah memetakan 22 fasilitas RDF yang dapat dilihat pada **Tabel 2.4** serta sebarannya pada Gambar. Informasi terkini terkait perkembangan rencana di beberapa daerah di atas dapat dilihat pada **Lampiran**.

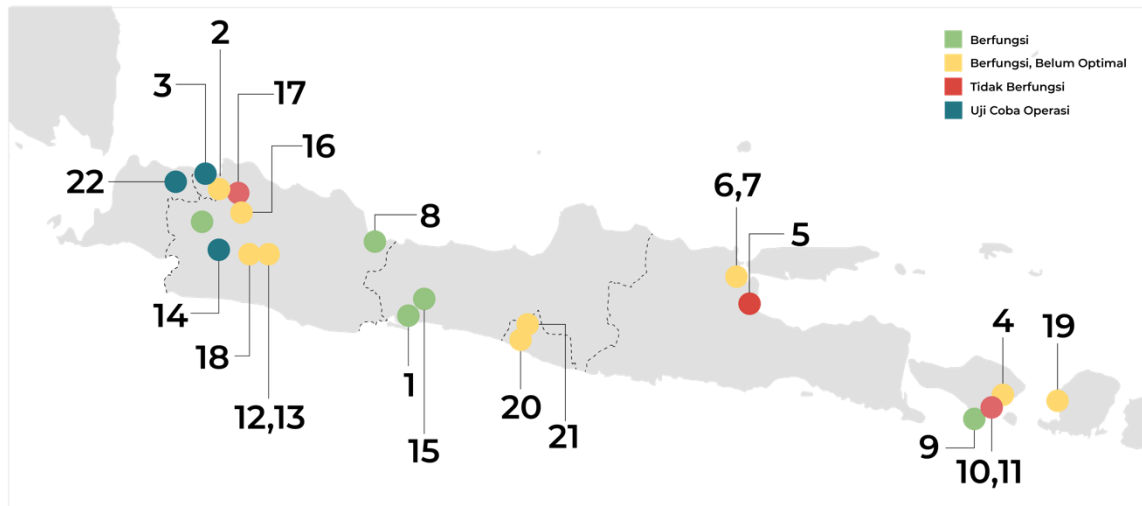
Tabel 2.4 Fasilitas RDF yang Terpetakan

No.	Nama Fasilitas	Kabupaten/Kota, Provinsi	Tahun Dibangun	Kapasitas Pengolahan (tpd)	Kapasitas RDF (tpd)
1	TPA Jeruk Legi	Kab. Cilacap, Jawa Tengah	2020	160	60
2	RDF Bantar Gebang	Kota Bekasi, Jawa Barat	2020	2000	700
3	RDF Rorotan	Daerah Khusus Jakarta	2024	2500	875
4	RDF TOSS Klungkung	Kab. Klungkung, Bali	2017	50	20
5	RDF TPA Jabon	Kab. Sidoarjo, Jawa Timur	2021	60	20
6	RDF TPA Ngipik	Kab. Gresik, Jawa Timur	2015	20	3,5
7	TPST Belahanrejo	Kab. Gresik, Jawa Timur	2023	20	8
8	RDF Indocement Palimanan	Kab. Cirebon, Jawa Barat	2008	10	4
9	RDF TPST Samtaku	Kab. Badung, Bali	2021	120	48
10	RDF TPST Kertalangu	Kota Denpasar, Bali	2023	450	240
11	TPST Padangsambian	Kota Denpasar, Bali	2023	120	
12	RDF TPST Cicukang Holis	Kota Bandung, Jawa Barat	2022	10	4
13	RDF TPST Cicukang Oxbow	Kota Bandung, Jawa Barat	2022	20	8
14	TPST RDF Cimenteng	Kota Sukabumi	2024	330	100
15	RDF TPST BLE Banyumas	Kab. Banyumas, Jawa Tengah	2023	75	<10
16	RDF TPST Tegalsari	Kab. Purwakarta, Jawa Barat	2022	15	6
17	RDF TPST Jayakarta	Kab. Karawang, Jawa Barat	2023	25	10
18	RDF TPST Sentiong	Kota Cimahi, Jawa Barat	2024	50	20
19	RDF TSPST Kebun Kongok	Kab. Lombok Barat, NTB	2023	120	20
20	RDF TPST3R Argodadi	Kab. Bantul, Yogyakarta	2024	49	15-30
21	RDF TPST Sendangsari	Kab. Sleman, Yogyakarta	2024	45	15-30

²² Dinas Lingkungan Hidup DKI Jakarta, 2022.

No.	Nama Fasilitas	Kabupaten/Kota, Provinsi	Tahun Dibangun	Kapasitas Pengolahan (tpd)	Kapasitas RDF (tpd)
22	TPST RDF Rawa Kucing	Kota Tangerang, Banten	2024	50	15

Sumber: Kementerian PPN/Bappenas, 2023; Kementerian Pekerjaan Umu, 2024; Analisis Konsultan, 2025



Gambar 2.10 Sebaran Fasilitas RDF yang Terpetakan beserta Status Keberfungsianannya



Gambar 2.11 RDF Plant Rorotan

Sumber: diakses melalui <https://konstruksimedia.com>

Pemerintah DKI Jakarta juga membangun RDF Plant Rorotan yang ditargetkan beroperasi pada awal tahun 2025 dan mampu melayani 16 kecamatan yang tersebar di wilayah Jakarta Utara, Jakarta Pusat, dan Jakarta Timur. Dengan kapasitas pengolahan sampah yang mencapai 2.500 ton/hari, RDF Plant Rorotan didesain memproduksi RDF berukuran 5x5 cm sebanyak 875 ton/hari. Hal ini sekaligus menjadikan RDF Plant Rorotan sebagai proyek pengolahan sampah terbesar di Indonesia.

Pembangunan fasilitas RDF lainnya berada di kawasan TPA Cimenteng yang merupakan proyek kerja sama yang diwadahi dengan suatu Perjanjian Kerja Sama (PKS) antara Perusahaan Semen Siam Cement Group (SCG) dengan Pemerintah Kabupaten Sukabumi. RDF yang dihasilkan akan dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif di pabrik semen milik SCG yaitu Semen Jawa yang berlokasi sekitar 15 kilometer dari TPA Cimenteng.

Konsep dan desain teknologi RDF dibuat oleh SCG, adapun kontraktor dan operator proyek ini adalah Cahaya Yasa Cipta (CYC), anak perusahaan UAC Global Plc (UAC). UAC adalah perusahaan penjualan bahan kimia dan operator energi terbaru di Thailand. Menurut informasi yang dipublikasikan, UAC melalui CYC mengalokasikan 200 juta baht untuk proyek ini, yang merupakan 70% dari biaya proyek, sedangkan sisanya 30% dialokasikan

oleh PT Terang Hidup Energi. Saham CYC dimiliki oleh UAC, SCG, dan warga negara Indonesia.

Proyek RDF Cimenteng yang memiliki kapasitas sekitar 330 ton/hari, akan mengolah 200 ton per hari sampah segar (*fresh waste*) dari 27 kecamatan dan 130 ton/hari sampah tambang TPA (*landfill mining waste*). Proyek RDF dibangun di area TPA seluas 5.000 m², terdiri dari jembatan timbang, hanggar peralatan, kantor, dan ruang kontrol. Peralatan utama fasilitas ini adalah 2 unit *grab crane*, 1 unit *primary shredder*, 1 unit *disc screen*, 1 unit *wind shifter*, dan 1 unit *secondary shredder*. Peralatan utama seperti *shredder*, *screen*, dan *wind shifter* didatangkan dari Amerika dan Belanda. *Belt conveyor* didatangkan dari Thailand, dan hanya *grab crane* yang dibeli di Indonesia. Fasilitas ini berencana untuk mempekerjakan 15 orang. *Groundbreaking* untuk proyek ini dilakukan pada Agustus 2023 dan proses komisioning telah dilakukan pada bulan Desember 2024. Saat ini belum dapat dioperasikan karena terkendala masalah perizinan lingkungan.

2.3.3 Pemanfaatan RDF

Industri semen merupakan pengguna utama RDF di Indonesia. Hal ini karena pabrik semen memerlukan energi yang besar untuk proses produksinya sehingga penggunaan RDF dapat membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil tradisional seperti batu bara. Penggunaan RDF dalam industri semen tidak hanya membantu mengurangi biaya operasional tetapi juga mendukung inisiatif lingkungan dengan memanfaatkan sampah.

Beberapa perusahaan semen telah menerapkan pemrosesan bersama (*co-processing*) bahan bakar alternatif dalam produksi *klinker* dengan rasio substitusi termal hingga 30%. Bahan bakar alternatif yang umum digunakan di pabrik semen Indonesia meliputi limbah pertanian seperti sekam padi, cangkang sawit, limbah industri, dan RDF. Tingkat substitusi termal rata-rata industri semen nasional tahun 2023 sebesar 9,1%, di antaranya untuk biomassa termasuk RDF hanya sekitar 5%.

Dalam rangka mendorong pencapaian target bauran EBT sebesar 23% pada 2025, Pemerintah Indonesia menargetkan pemanfaatan biomassa termasuk RDF tahun 2025 sebesar 8,4 juta ton²³. Pemanfaatan bahan bakar dari biomassa dan RDF untuk PLTU dapat dilakukan tanpa perlu melakukan pembangunan pembangkit melalui implementasi *co-firing* di PLTU batu bara. Pemanfaatan RDF sebagai bahan bakar *co-firing* di PLTU batu bara masih dalam tahap uji coba oleh PT PLN Indonesia Power (IP) dan PT Pembangkitan Jawa Bali (PJB) sebagai anak usaha PT PLN, walaupun implementasi ini masih dalam tahap uji coba dan belum menjadi praktik baku di seluruh PLTU. Di Indonesia, bahan bakar *co-firing* berbentuk pelet dikenal dengan BBJP. Daftar PLTU yang berpotensi menjadi *oftaker* untuk hasil olahan RDF dapat dilihat secara lengkap pada Lampiran dokumen.

Saat ini anak perusahaan PLN yaitu PT PJB dan PT PLN IP sudah melakukan uji coba *co-firing* di 30 PLTU, berlokasi di Jawa dan luar Jawa dengan kapasitas terkecil pada PLTU di Tembilahan sebesar 2 x 7 megawatt (MW) sedangkan kapasitas terbesar di PLTU Paiton 9 sebesar 1 x 660 MW.

PT PJB melakukan uji coba *co-firing* sebesar 5% untuk pelet biomassa dan 1% untuk RDF sampah dengan 10 jenis biomassa berbeda, yaitu pelet kayu, cangkang sawit, *saw dust*, pelet organik, *wood chip* kayu lamtoro, *wood chip* kayu sagu, *wood chip* rabasan, *wood chip* kayu gamal, dan sekam padi. Sedangkan IP melakukan uji coba *co-firing* dengan pelet RDF yang berasal dari sampah. PLTU yang melakukan uji coba menggunakan RDF dari sampah rumah tangga yaitu PLTU Jeranjang NTB (2 x 25 MW), PLTU Lontar Banten (3 x 315

²³ Bappenas, "Analisis Potensi Off-taker Refuse Derived Fuel (RDF) untuk Mendukung Pengembangan Pengolahan Sampah Ramah Iklim yang Terintegrasi", 2023.

MW), dan PLTU Ropa - Ende NTT (2 x 7 MW). Adapun PLTU lainnya menggunakan sampah biomassa dalam uji coba *co-firing*. PLTU Jeranjang menggunakan RDF dari sampah kebun dan sisa pohon yang ditebang, sedangkan uji coba PLTU Lontar menggunakan RDF dari fasilitas TPST Cilacap dan sampah dari Saguling.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral memperkirakan potensi pemanfaatan RDF di industri semen mencapai 3.425 ton per hari. Jumlah ini diperkirakan dapat lebih lanjut ditingkatkan melihat beberapa pabrik semen di Indonesia telah membuat target *thermal substitution rate* (TSR) lebih dari 10% di tahun 2030. Dengan asumsi TSR untuk RDF 5% saja maka pada tahun 2030 diperlukan sebesar 938.182 ton RDF dalam satu tahun atau setara dengan 3.127 ton per hari.

Selain industri semen, terdapat perusahaan lain yang memiliki rencana untuk memanfaatkan RDF. Salah satunya yaitu produsen kertas, PT Tjiwi Kimia, yang merupakan bagian dari APP Group yang berlokasi di Sidoarjo, Jawa Timur. Saat ini perusahaan tersebut sedang membangun *boiler* berbahan bakar RDF dengan kapasitas 200 ton per hari yang akan dimanfaatkan sebagai sumber energi di pabrik kertas. Sekitar 50% bahan baku RDF direncanakan berasal dari internal perusahaan yaitu impuritas sisa proses daur ulang bahan baku kertas karton, sementara 50% sisanya berpotensi didapatkan dari pengolahan sampah menjadi RDF yang dikelola oleh Pemerintah Daerah, maupun RDF dari sampah padat industri lain di sekitar pabrik. Selain itu, pada tahun 2024, Pabrik Pupuk Sriwijaya di Palembang dan Pabrik Petrokimia Gresik juga telah melakukan uji coba pemanfaatan BBJP dari limbah biomassa sebagai bauran energi pembangkit uap. Daftar lengkap pembangkit uap yang terdaftar sebagai potensi *offtaker* dalam program *Co-Firing* PLTU Batubara dengan Biomassa tersebut dapat dilihat pada bagian lampiran dokumen.

2.4 Tata Kelola RDF di Luar Indonesia

Berikut contoh tata kelola penerapan RDF di luar Indonesia.

2.4.1 Contoh Penerapan RDF di India

Acuan Kerangka Hukum

Dalam konteks pengelolaan sampah di India, kerangka hukum yang menjadi acuan utama adalah Peraturan Pengelolaan Sampah (SWM) Tahun 2016. Regulasi ini mengatur peran Pemerintah Daerah dalam memfasilitasi pembangunan, operasional, serta pemeliharaan fasilitas pengolahan sampah dengan mengadopsi teknologi yang sesuai, termasuk RDF. Peraturan SWM ini merupakan satu-satunya dokumen hukum yang menetapkan standar emisi gas buang dari insinerasi di India. Akan tetapi, standar emisi dari *boiler* yang menggunakan RDF tidak dinyatakan secara spesifik. Oleh karena itu, hingga standar tersebut ditetapkan, standar emisi cerobong untuk pengolahan atau pemanfaatan MSW menggunakan insinerator dan teknologi termal, sebagaimana diatur dalam Peraturan SWM harus dipatuhi.

Prioritas utama diberikan pada pengolahan terdesentralisasi guna menekan biaya transportasi dan dampak lingkungan. Selain itu, aturan pengelolaan sampah (SWM) juga mewajibkan unit industri yang berada dalam radius 100 km dari fasilitas RDF atau WtE untuk mengganti setidaknya lima persen kebutuhan bahan bakarnya dengan RDF dalam jangka waktu enam bulan sejak regulasi diterbitkan. Selain itu, terdapat ketentuan khusus yang melarang pembuangan sampah dengan nilai kalor di atas 1.500 Kkal/kg ke tempat pembuangan akhir. Sampah tersebut harus dimanfaatkan sebagai energi melalui RDF atau *co-processing* di industri semen dan pembangkit listrik termal. Pendirian fasilitas RDF dengan kapasitas lebih dari lima ton per hari juga memerlukan persetujuan dari Badan Pengendalian Pencemaran Negara atau Komite Pengendalian Pencemaran, yang harus memberikan keputusan dalam waktu 60 hari sejak permohonan diajukan. Kebijakan ini

menunjukkan upaya India dalam memperluas pemanfaatan RDF sebagai solusi pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan dan dapat menjadi referensi dalam pengembangan RDF di Indonesia.

Gambaran Infrastruktur dan Teknologi RDF

Lebih lanjut, pada salah satu sub bagian peraturan pengelolaan sampah tersebut, menekankan bahwa sampah sisa (*reject*) dari proses pengolahan, baik sebelum maupun sesudah pemrosesan utama, harus dikeluarkan secara berkala dari fasilitas pengolahan dan tidak boleh menumpuk di lokasi. Sampah yang masih memiliki potensi untuk didaur ulang harus disalurkan melalui vendor yang sesuai, sementara fraksi berkalori tinggi yang tidak dapat didaur ulang harus dikirim ke fasilitas WtE atau diproses menjadi RDF, digunakan dalam pemrosesan bersama di pabrik semen, atau dikirim ke pembangkit listrik termal. Hanya sampah residu dari seluruh proses ini yang boleh dibuang ke tempat pembuangan akhir yang memenuhi standar sanitasi. Kota-kota besar yang menghasilkan lebih dari 1.000 ton sampah per hari diwajibkan untuk menerapkan kombinasi teknologi pengolahan sampah yang mencakup pengomposan, RDF, serta metode WtE baik berbasis proses anaerobik maupun termal. Fasilitas pengolahan ini harus dirancang dengan teknologi terkini agar dapat memenuhi standar lingkungan yang lebih ketat. Agar operasional fasilitas tersebut tetap berkelanjutan, Pemerintah Daerah diwajibkan memberikan insentif yang memadai agar pabrik-pabrik ini dapat berjalan secara teknis dan ekonomis. Ketentuan ini mencerminkan pendekatan India dalam mengelola sampah secara lebih efisien, mengurangi ketergantungan pada tempat pembuangan akhir, serta mendorong pemanfaatan RDF sebagai solusi pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Langkah-langkah ini dapat menjadi acuan bagi Indonesia dalam merancang strategi perluasan RDF guna meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah di tingkat nasional.

Gambaran Skema dan Mekanisme Insentif

Kementerian Lingkungan, Hutan dan Perubahan Iklim (MoEFCC) mendorong implementasi pemanfaatan RDF melalui pelaksanaan Misi Swachh Bharat yang diluncurkan pada 2014. Program nasional ini menjadi katalisator penting bagi pengembangan infrastruktur pengelolaan sampah, termasuk fasilitas RDF, dengan menyediakan kerangka kebijakan dan dukungan finansial untuk proyek-proyek tersebut. MoEFCC juga menetapkan standar emisi dan parameter operasional yang harus dipatuhi fasilitas RDF untuk meminimalkan dampak lingkungan. Kementerian Keuangan (Ministry of Finance) mendorong partisipasi sektor swasta melalui berbagai insentif fiskal, termasuk pengurangan pajak, subsidi modal, dan kemudahan pembiayaan bagi investor yang mengembangkan fasilitas RDF. Insentif ini menjadi pendorong penting investasi swasta dalam teknologi konversi sampah menjadi energi di India.

Kementerian Energi Baru dan Terbarukan (MNRE) berperan penting dalam aspek teknis dan energi, dengan menetapkan standar teknis untuk kualitas RDF dan mengeluarkan Sertifikat Energi Terbarukan yang dapat diperdagangkan. MNRE juga memberikan subsidi langsung untuk pembangkit listrik yang menggunakan RDF sebagai bahan bakar dan menetapkan Kewajiban Pembelian Energi Terbarukan (*Renewable Purchase Obligation/RPO*) yang mengharuskan pembangkit listrik untuk memperoleh sebagian energi mereka dari sumber terbarukan, termasuk energi yang dihasilkan dari RDF. MNRE India telah mempromosikan proyek-proyek limbah menjadi energi, seperti bahan bakar yang berasal dari sampah (RDF), biometanisasi, biogas, dan gasifikasi, dengan memberikan insentif finansial kepada para pendukung. Insentif diberikan kepada pengusaha dan investor sektor swasta dan publik. Subsidi telah diberikan sebesar Rs. 15 juta–Rs. 30 juta per megawatt (MW). Untuk proyek-proyek komersial, bantuan finansial diberikan melalui subsidi bunga untuk mengurangi tingkat bunga menjadi 7,5% yang dikapitalisasi dengan tingkat diskonto tahunan sebesar 12%.

Penyaluran subsidi dilakukan melalui:

- a) Bantuan finansial hingga 50% dari biaya modal proyek dibatasi hingga Rs. 3,00 per MW crore diberikan kepada pendukung proyek untuk proyek percontohan.
- b) Selain hal-hal di atas, insentif finansial sebesar Rs. 15,00 lakh per MW diberikan kepada perusahaan kota atau ULB untuk menyediakan sampah tanpa biaya di lokasi proyek dan menyediakan lahan dengan sewa jangka panjang (30 tahun ke atas) dengan harga sewa nominal.
- c) Badan-badan negara bagian diberi insentif sebesar Rs. 5,00 lakh per MW listrik untuk promosi, koordinasi, dan pemantauan proyek.

2.4.2 Contoh Penerapan RDF di China

China telah menerapkan RDF sebagai bagian dari strategi pengelolaan limbah dan pemanfaatan energi. Dengan meningkatnya jumlah limbah, pemerintah dan sektor industri mengembangkan RDF untuk mengurangi ketergantungan pada TPA serta sebagai alternatif bahan bakar. Sejak 2004, China menjadi salah satu negara dengan produksi limbah terbesar, dengan proyeksi peningkatan hingga 480 juta ton per tahun pada 2030. Pengelolaan limbah berbasis RDF menjadi salah satu opsi yang diterapkan di beberapa wilayah untuk mengatasi tantangan ini.

Acuan Kerangka Hukum

Pemerintah China telah mengeluarkan berbagai regulasi terkait pengelolaan RDF. *Standard for Pollution Control on the Municipal Solid Waste Incineration* Tahun 2014 menetapkan standar emisi dan operasional bagi fasilitas yang menggunakan RDF. *National Sword Policy* Tahun 2018 berperan dalam membatasi impor limbah dan mendorong pemanfaatan limbah domestik untuk bahan bakar RDF.

Pemerintah China telah memperluas kerangka regulasi melalui *14th Five-Year Plan for Circular Economy Development* (2021-2025). Dokumen strategis ini secara khusus memprioritaskan pengembangan teknologi konversi limbah menjadi energi, termasuk peningkatan kapasitas produksi RDF dari sumber limbah domestik. Kebijakan ini merupakan bagian integral dari strategi China untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan memperkuat ketahanan energi nasional.

Implementasi RDF di China didukung oleh serangkaian kebijakan strategis yang dirancang untuk meningkatkan pemanfaatan limbah sebagai sumber energi alternatif. Salah satu kebijakan penting adalah regulasi yang mewajibkan pabrik semen untuk mengolah sampah dengan cara pembakaran dalam proses produksi semen. Kebijakan ini merupakan bagian dari upaya nasional China untuk mengurangi volume limbah yang berakhir di tempat pembuangan akhir, sekaligus memanfaatkan nilai energi yang terkandung dalam limbah tersebut untuk proses industri yang intensif energi.

Dalam upaya mendorong transisi energi, pemerintah China juga telah menerapkan pembatasan pasokan batu bara untuk industri semen. Kebijakan ini secara strategis mendorong pabrik semen untuk mencari dan mengembangkan alternatif sumber energi, khususnya yang berasal dari pengolahan sampah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) dan RDF. Pembatasan ini tidak hanya membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil tetapi juga menciptakan pasar yang stabil untuk RDF sebagai bahan bakar alternatif, mengingat industri semen membutuhkan pasokan energi yang kontinyu dan dapat diandalkan.

Untuk memastikan efektivitas penggunaan RDF berbagai kualitas, China mendorong pengembangan infrastruktur teknis yang tepat di pabrik semen. Pabrik-pabrik semen dilengkapi dengan *combustion chamber* (tungku bakar) khusus yang ditambahkan pada *feeding system*. Modifikasi teknis ini memungkinkan pabrik semen untuk membakar

semua jenis kualitas RDF, baik yang memiliki nilai kalori rendah maupun tinggi. Penyesuaian teknologi ini menjadi penting karena kualitas RDF yang dihasilkan dari limbah perkotaan di China bervariasi, sehingga fleksibilitas dalam pengolahan berbagai kualitas RDF menjadi kunci keberhasilan implementasi program ini secara nasional.

Gambaran Infrastruktur dan Teknologi RDF

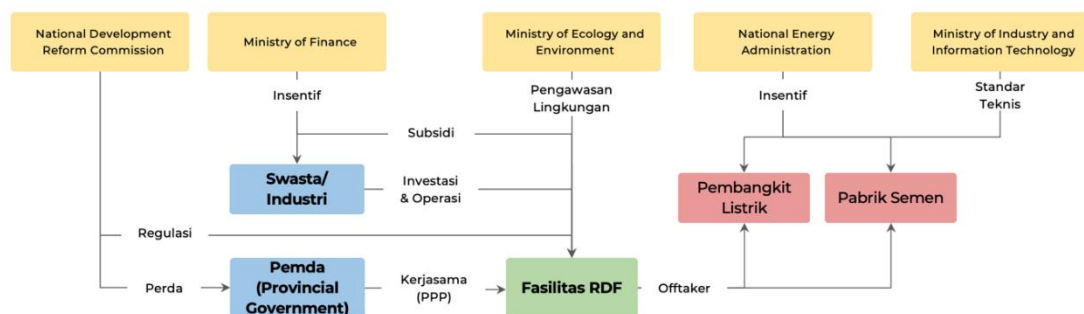
Fasilitas RDF di China berkembang seiring dengan kebutuhan pengelolaan limbah yang lebih efisien. Hingga tahun 2020, terdapat lebih dari 500 fasilitas yang menggunakan RDF dalam produksi energi, termasuk di sektor industri seperti pembangkit listrik dan pabrik semen. Shanghai menjadi salah satu kota yang menerapkan RDF untuk mengolah *low-value industrial solid waste* (LISW). Teknologi yang digunakan meliputi *pretreatment* RDF, yang mencakup proses penghancuran, pemisahan, pengeringan, dan peletisasi RDF guna meningkatkan nilai kalor dan stabilitas bahan bakar. Teknologi lain seperti *moving grate incineration* dan *circulating fluidized bed* (CFB) *combustion* juga diterapkan dalam beberapa fasilitas untuk meningkatkan efisiensi konversi energi. Pengawasan terhadap pemanfaatan RDF mencakup regulasi emisi untuk mengendalikan logam berat, SO₂, NO_x, dan dioksin.

Gambaran Skema dan Mekanisme Insentif

National Development Reform Commission (NDRC) memainkan peran fundamental dalam menetapkan kerangka regulasi yang mengatur implementasi RDF, baik melalui kebijakan ekonomi sirkular maupun peraturan pengelolaan limbah padat. NDRC mengeluarkan peraturan di tingkat nasional yang kemudian diterjemahkan menjadi perda oleh Pemerintah Daerah, menciptakan kerangka hukum yang sesuai dengan kondisi regional. *Ministry of Finance* memberikan dukungan finansial berupa insentif dan subsidi kepada sektor swasta atau industri untuk mendorong partisipasi dalam ekosistem RDF, membantu mengurangi beban investasi awal yang sering kali menjadi hambatan pengembangan infrastruktur lingkungan.

Ministry of Ecology and Environment menjalankan fungsi pengawasan lingkungan yang komprehensif, tidak hanya terhadap sektor swasta atau industri tetapi juga secara langsung mengawasi fasilitas RDF untuk memastikan kepatuhan terhadap standar emisi dan parameter lingkungan lainnya. Fungsi pengawasan ini mencakup pemantauan berkala, inspeksi, dan penerapan sanksi terhadap pelanggaran regulasi. Hubungan antara Pemda dengan fasilitas RDF ditandai oleh kerja sama model *public-private partnership* (PPP), di mana pemerintah lokal menyediakan lahan, perizinan, dan jaminan pasokan limbah, sementara sektor swasta berkontribusi dalam investasi dan operasi. Sektor swasta atau industri berperan sebagai investor dan operator fasilitas RDF, memanfaatkan keahlian teknis dan kapasitas manajemen mereka untuk mengoptimalkan efisiensi operasional.

National Energy Administration memberikan insentif energi seperti *feed-in tariff* dan kuota energi kepada pembangkit listrik, pabrik semen, dan industri lainnya yang menggunakan RDF sebagai bahan bakar alternatif. Sementara itu, *Ministry of Industry and*



Gambar 2.12 Skema Pembiayaan Fasilitas RDF di China

Information Technology menetapkan standar teknis yang harus dipatuhi oleh industri pengguna akhir, memastikan bahwa penggunaan RDF memenuhi parameter keamanan dan efisiensi. Fasilitas RDF berperan sebagai jembatan antara sumber limbah dan pengguna akhir, mengolah limbah menjadi bahan bakar berkualitas yang digunakan oleh pembangkit listrik, pabrik semen, dan industri lainnya sebagai *offtaker*. Sistem yang terintegrasi ini memungkinkan China untuk secara efektif mengimplementasikan strategi ekonomi sirkular dalam pengelolaan limbah sambil mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil konvensional.

Pemerintah China menyediakan berbagai mekanisme insentif untuk mendukung pengembangan RDF, seperti subsidi listrik bagi fasilitas yang menghasilkan energi dari RDF serta kebijakan pembatasan penggunaan TPA. Berbagai lembaga internasional juga mendukung pendanaan dan investasi untuk pengembangan teknologi RDF. RDF dipertimbangkan sebagai salah satu metode yang dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil di beberapa sektor industri. **Tabel 2.5** membandingkan kondisi penerapan RDF di India, China dan Indonesia.

Tabel 2.5 Penerapan RDF di India, China dan Indonesia

No	Penerapan RDF di India	Penerapan RDF di China	Penerapan RDF di Indonesia
1	Acuan Kerangka Hukum Peraturan Pengelolaan Sampah (SWM) 2016 sebagai dasar hukum RDF: mengatur standar emisi insinerasi, kewajiban industri dalam radius 100 km untuk menggunakan RDF, serta pelarangan pembuangan sampah bernilai kalor tinggi ke TPA.	Acuan Kerangka Hukum Standard for Pollution Control on MSW Incineration (2014), National Sword Policy (2018), dan 14th Five-Year Plan for Circular Economy: Kebijakan mewajibkan industri semen untuk menggunakan RDF dan membatasi batu bara sebagai insentif tidak langsung.	Acuan Kerangka Hukum Belum terdapat regulasi spesifik untuk RDF. Standar emisi RDF masih mengacu pada standar umum PLTU atau insinerator.
2	Gambaran Infrastruktur dan Teknologi <ul style="list-style-type: none"> Desentralisasi fasilitas RDF untuk menekan biaya transportasi. Industri diwajibkan gunakan RDF $\geq 5\%$ dalam 6 bulan. Pendirian fasilitas >5 ton/hari membutuhkan persetujuan otoritas lingkungan. Teknologi mencakup pengolahan termal dan anaerobik, dengan kewajiban pemisahan fraksi sampah berkalori tinggi. 	Gambaran Infrastruktur dan Teknologi <ul style="list-style-type: none"> Lebih dari 500 fasilitas RDF, dengan teknologi seperti <i>pretreatment</i>, CFB, <i>moving grate incineration</i>. Pabrik semen menggunakan <i>combustion chamber</i> khusus RDF. Beberapa wilayah olah limbah industri bernilai rendah jadi RDF. 	Gambaran Infrastruktur dan Teknologi <ul style="list-style-type: none"> Fasilitas RDF masih terbatas. Teknologi yang digunakan bervariasi dan belum sepenuhnya terstandar. PLTU yang menggunakan RDF masih dalam proses uji coba.
3	Gambaran Skema dan Mekanisme Insentif <ul style="list-style-type: none"> MoEFCC mendukung RDF lewat Swachh Bharat Mission dan standar lingkungan. Kemenkeu memberi insentif fiskal (subsidi, pengurangan pajak). MNRE memberi subsidi energi, insentif RPO, dan bantuan modal proyek hingga 50%. Skema insentif mencapai Rs. 15-30 juta/MW. 	Gambaran Skema dan Mekanisme Insentif <ul style="list-style-type: none"> Tersedianya kebijakan nasional yang mengatur Kementerian Keuangan dan National Energy Administration beri subsidi & <i>feed-in tariff</i>. PPP model: Pemda menyediakan lahan, izin, dan jaminan pasokan sampah, dengan swasta berfungsi sebagai pengelola dan memberikan investasi. Fasilitas RDF sebagai penghubung limbah ke industri pengguna akhir. 	Gambaran Skema dan Mekanisme Insentif <ul style="list-style-type: none"> Insentif masih bersifat sporadis dan belum tersentralisasi. Belum ada <i>feed-in tariff</i> khusus RDF. Pemerintah daerah memberi dukungan berupa penyediaan lahan atau pasokan sampah, tetapi belum terdapat skema nasional yang mendorong investasi swasta secara signifikan dalam RDF.

03.

Analisis Kesenjangan Implementasi RDF di Indonesia



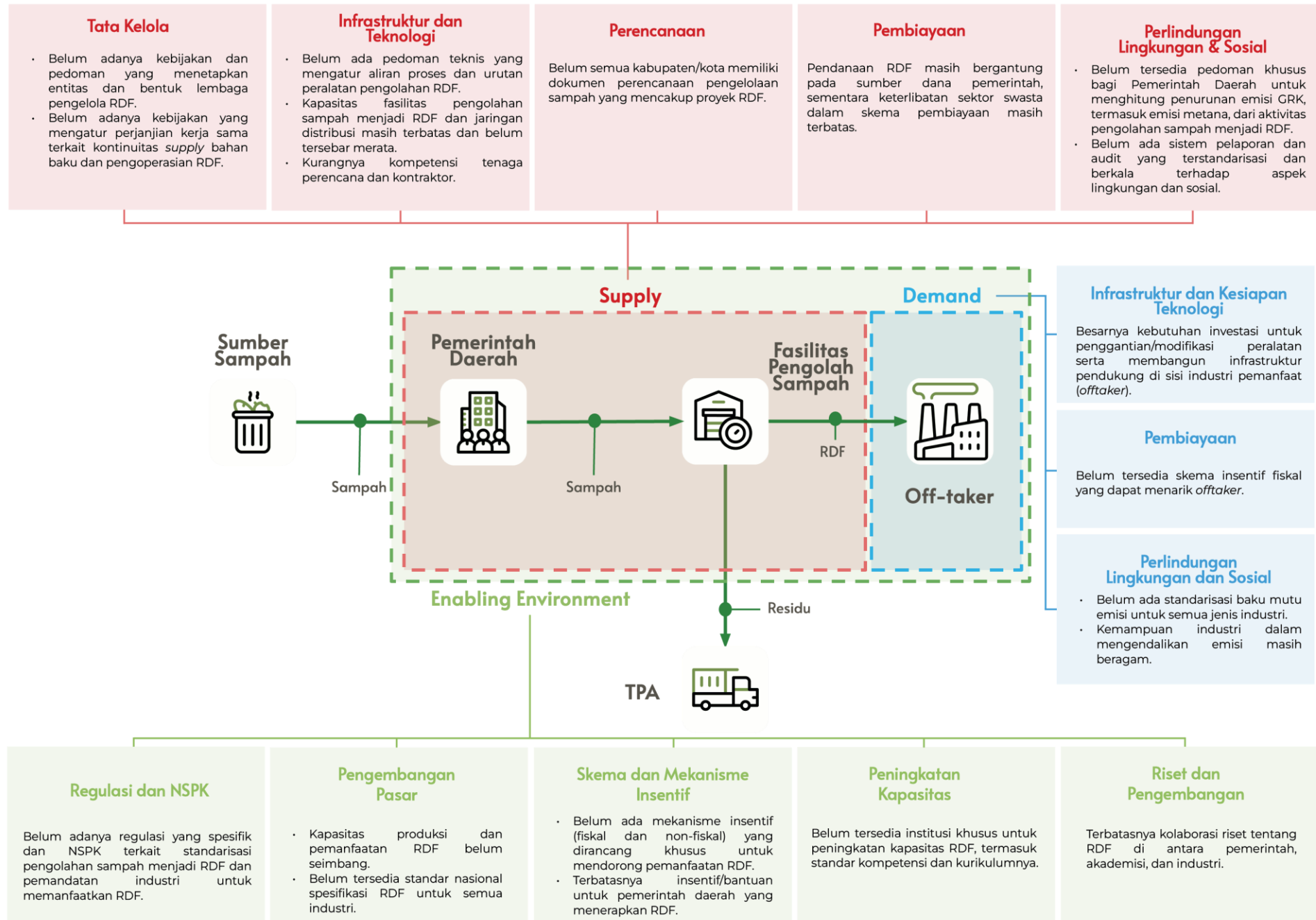
Permasalahan pengelolaan sampah di Indonesia semakin kompleks akibat meningkatnya timbunan sampah dan keterbatasan kapasitas TPA. Salah satu pendekatan yang saat ini diimplementasikan untuk dapat membantu mengurangi beban TPA tersebut adalah melalui pengolahan sampah menjadi RDF, yang dinilai efektif terutama di wilayah dengan volume sampah besar namun terbatas lahan, biaya, dan investasi pengelolaan. Penerapan RDF masih menghadapi kendala regulasi, infrastruktur, investasi, dan penerimaan pasar, sehingga diperlukan analisis kesenjangan untuk mengidentifikasi hambatan serta peluang yang dapat mendorong optimalisasi pemanfaatan RDF di Indonesia.

Berdasarkan hasil analisis kesenjangan, ditemukan beberapa isu kunci yang menjadi faktor penentu keberhasilan penerapan RDF di Indonesia. Isu-isu ini mencakup aspek *supply*, *demand*, dan *enabling environment*, yang saling terhubung dan perlu ditangani secara sistematis agar RDF dapat berkembang secara optimal. Jika tidak ditangani secara strategis, maka upaya implementasi RDF akan menghadapi tantangan yang lebih besar dan berisiko tidak mencapai hasil yang diharapkan.

Dari sisi penyediaan (*supply*), tantangan utama meliputi belum adanya kebijakan dan pedoman teknis spesifik terkait kelembagaan, alur proses pengolahan, serta standarisasi produk RDF. Kapasitas fasilitas pengolahan sampah menjadi RDF dan jaringan distribusinya masih terbatas dan tidak merata, sementara kompetensi tenaga kerja dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek RDF juga masih perlu ditingkatkan. Di samping itu, dari sisi perencanaan, banyak daerah belum mengintegrasikan RDF dalam dokumen perencanaan pengelolaan sampah, dan pendanaan RDF masih didominasi oleh sumber pemerintah dengan keterlibatan sektor swasta yang minim.

Pada sisi pemanfaatan (*demand*), industri sebagai calon *offtaker* menghadapi tantangan besar dalam hal kebutuhan investasi untuk modifikasi peralatan, serta belum adanya skema insentif fiskal yang menarik. Selain itu, baku mutu emisi untuk berbagai sektor industri juga belum tersedia.

Dari aspek penyediaan lingkungan yang mendukung (*enabling environment*), belum tersedia mekanisme insentif khusus untuk mendorong teknologi RDF masih terbatas. Kolaborasi antar pemerintah, akademisi, dan industri dalam pengembangan RDF belum optimal, sementara peran BRIDA di daerah dalam mendukung riset terapan juga masih perlu diperkuat. Oleh karena itu, untuk mempercepat perluasan dan pemanfaatan RDF di Indonesia, diperlukan pembenahan menyeluruh dari sisi regulasi, kelembagaan, pembiayaan, penguatan kapasitas teknis, hingga pengembangan inovasi berbasis kebutuhan industri.



Gambar 3.1 Isu Kunci Per Aspek

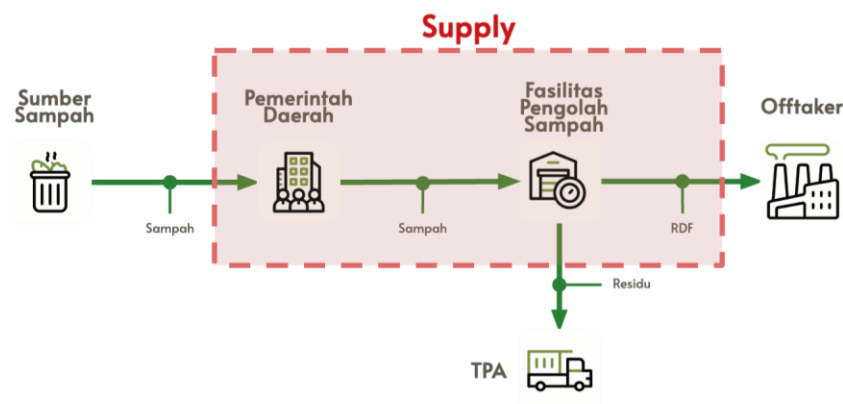
3.1 Kesenjangan dalam Penyediaan RDF

Penggunaan RDF dalam pengolahan sampah di Indonesia dimulai sejak fasilitas pengolahan sampah menjadi RDF di TPA Jeruklegi Kabupaten Cilacap yang beroperasi pada bulan Juli 2020. Sarana RDF yang memiliki kapasitas 160 ton/hari dibangun dengan biaya investasi sekitar Rp. 90 miliar. Sejak itu, berbagai fasilitas RDF dibangun di beberapa kabupaten/kota di Indonesia. Sampai dengan pertengahan tahun 2024, lebih dari 20 fasilitas RDF dibangun melalui berbagai inisiatif dan program. Penyediaan fasilitas RDF paling banyak diinisiasi dan dibiayai oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat melalui program ISWMP (*Indonesia Solid Waste Management Project*) melalui pendanaan pinjaman dari Bank Dunia, beberapa fasilitas RDF dibangun melalui skema KPBU (Kerja Sama Pemerintah dan Badan Usaha) namun biaya investasi terbesar tetap berasal dari Pemerintah, dan sejumlah kecil didanai oleh daerah melalui dana APBD, misalnya Kabupaten Sleman dan Kabupaten Bantul. Berikut gambaran penyediaan fasilitas RDF di Indonesia sampai dengan pertengahan tahun 2024:

1. Fasilitas RDF pertama di TPA Jeruklegi Kabupaten Cilacap dibangun melalui pembiayaan muti-pihak, termasuk APBN melalui Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, hibah Pemerintah Denmark melalui DANIDA, dan PT SBI.
2. 22 fasilitas RDF dibangun melalui pinjaman luar negeri Bank Dunia melalui program ISWMP yang dilaksanakan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
3. 1 fasilitas RDF akan dibangun melalui skema KPBU, yaitu RDF Nambo.
4. Sejumlah kecil²⁴ fasilitas RDF dibangun melalui pembiayaan daerah atau APBD.
5. Kondisi pengoperasian fasilitas RDF di Indonesia saat ini masih belum baik dan optimal. Dari 22 fasilitas yang terpetakan, 4 fasilitas belum berfungsi dan 11 fasilitas belum atau tidak berfungsi optimal. Kondisi tersebut terbentuk dari beberapa faktor diantaranya yakni : kendala peralatan dan/atau kapasitas desain, biaya logistik, kelengkapan dokumen seperti AMDAL dan regulasi tarif, serta hambatan-hambatan lainnya.

Penggunaan teknologi RDF mulai berkembang di Indonesia, namun demikian kendala dan kegagalan juga dialami oleh beberapa Pemerintah Daerah yang menggunakan teknologi RDF dalam pengelolaan sampah. Bagian ini secara khusus menyoroti kendala dan kesenjangan dalam penyediaan RDF atau sisi *supply*. Adapun rangkuman kesenjangan dalam penyediaan RDF dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.

²⁴ Jumlah pasti Pemerintah Daerah yang membangun sendiri fasilitas RDF melalui dana APBD belum diketahui. Tim kajian mengidentifikasi paling tidak ada 3 Pemerintah Daerah yang membangun menggunakan dana APBD, yaitu: Kabupaten Sleman, Kabupaten Bantul, dan Kota Tangerang.



Tata Kelola

- Belum ada kebijakan dan pedoman untuk menentukan entitas dan bentuk lembaga pengelola RDF.
- Belum ada *tools* pemantauan kinerja pengelola RDF.
- Belum ada pedoman perjanjian kerja sama terkait pengaturan dan pengelolaan kerja sama dalam pengelolaan RDF, untuk mendukung pemanfaatan RDF yang telah diproduksi. Pada umumnya yang dimiliki Pemda di fase perencanaan adalah MoU.



Perencanaan

Belum semua kabupaten/kota memiliki dokumen perencanaan pengelolaan sampah yang mencakup proyek RDF.



Infrastruktur dan Teknologi

- Variasi konfigurasi dan jenis peralatan yang luas dapat mendorong inovasi, namun di sisi lain dapat meningkatkan ketidakpastian hasil rancangan.
- Kurangnya kepastian kompetensi perancang dalam menyusun konfigurasi RDF berisiko menyebabkan kegagalan mencapai target operasi.
- Keberlanjutan pasokan RDF belum terjamin, dan fasilitas TPST masih kurang untuk memenuhi kebutuhan *offtaker*.
- Industri potensial ada di beberapa daerah, tetapi fasilitas RDF belum tersedia, belum optimal, atau kapasitasnya belum mencukupi.
- Konektivitas jaringan distribusi RDF masih belum optimal.
- Fasilitas yang telah didesain memproduksi RDF untuk industri tertentu menjadi kurang fleksibel untuk memproduksi RDF dengan spesifikasi berbeda untuk industri lain.



Pembiayaan

- Biaya operasi dan pemeliharaan untuk produksi RDF per ton belum dapat mencapai prinsip *full cost recovery* (FCR)/*break-even point* (BEP) untuk keberlanjutan pengoperasian RDF Plant.
- Pendanaan RDF masih bergantung pada sumber dana Pemerintah, sementara keterlibatan sektor swasta dalam skema pembiayaan masih terbatas.
- Rendahnya alokasi anggaran untuk pengolahan sampah. Hanya 5 kota yang mengalokasikan lebih dari 2%, sedangkan telah teridentifikasi 50 daerah yang alokasi anggarannya hanya sebesar 0,7%.
- Belum ada dukungan *tipping fee* dapat menambah ketidakpastian keberlanjutan operasi RDF, karena pendapatan utama masih bergantung pada penjualan RDF yang fluktuatif.



Perlindungan Lingkungan dan Sosial

- Belum tersedia pedoman khusus bagi Pemerintah Daerah untuk menghitung penurunan emisi GRK, termasuk emisi metana, dari aktivitas pengolahan sampah menjadi RDF.
- Belum ada sistem pelaporan dan audit yang terstandardisasi dan berkala terhadap aspek lingkungan dan sosial.
- Kurangnya keterlibatan masyarakat secara formal dan terbatasnya edukasi mengenai manfaat RDF.

Gambar 3.2 Kesenjangan di Sisi Penyediaan (Supply)

3.1.1 Aspek Tata Kelola Penyediaan RDF

Aspek ini menyoroti kelembagaan pengelola RDF, kontinuitas pasokan sampah, dan perjanjian kerja sama.

Kelembagaan Pengelola RDF

Saat ini, dari sekitar 22 fasilitas RDF yang terpetakan²⁴, tipologi kelembagaan pengelola RDF adalah Pemerintah Daerah sebanyak 67%, swasta (*offtaker* atau pihak ketiga) sebanyak 28%, dan Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) sebanyak 5%.

Dari 22 fasilitas RDF, sebagian besar RDF berfungsi tidak optimal yaitu 45,4%, yang berfungsi baik hanya 22,7%, tidak berfungsi sebanyak 18,1%, dan yang masih dalam tahap uji coba operasi yakni 13,6%. Pengelola fasilitas RDF yang berfungsi tidak optimal sebagian besar adalah Pemerintah Daerah. Sedangkan pengelola fasilitas RDF yang tidak berfungsi, 75% dikelola oleh Swasta dan 25% dikelola oleh Pemerintah Daerah. Swasta dalam hal ini secara umum mengarah pada industri pemanfaat RDF dari fasilitas itu sendiri, seperti TPST Cimenteng yang merupakan proyek kerjasama antara Pemerintah Daerah dengan dua entitas swasta (dimana salah satunya menjadi *offtaker* RDF. Hal ini menunjukkan bahwa faktor entitas dan bentuk lembaga pengelola bukan faktor determinan yang berpengaruh pada keberfungsian dan keberlanjutan fasilitas RDF, namun dipengaruhi aspek lain dalam pengelolaan seperti pemenuhan biaya operasi, ketersediaan *offtaker* dan penyerapan hasil RDF, standarisasi teknologi dan peralatan, dan aspek lainnya.

Meskipun demikian, penentuan entitas dan bentuk lembaga pengelola RDF tetap perlu menjadi pertimbangan untuk memastikan keberfungsian dan keberlanjutan mengingat bentuk lembaga memiliki kelebihan dan kekurangan. Saat ini, belum ada referensi atau acuan dalam bentuk panduan atau petunjuk pelaksanaan bagi Pemerintah Daerah yang berencana membangun fasilitas RDF terkait pemilihan bentuk lembaga pengelola RDF. Referensi ini akan bermanfaat bagi Pemerintah Daerah untuk memilih dan menentukan lembaga yang tepat untuk mengelola RDF secara berkelanjutan. Selain dari itu, belum ada alat (*tools*) untuk melihat bagaimana kinerja pengelola RDF. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan telah mengeluarkan indeks kinerja pengelolaan sampah (IKPS) yang mencakup 10 parameter, namun kinerja pengelola sampah tidak menjadi parameter spesifik yang dinilai. Parameter atau indeks kinerja lembaga pengelola RDF akan memberikan gambaran bagi para pemangku terkait mengenai kondisi pengelolaan dan mengidentifikasi intervensi yang diperlukan jika kinerjanya tidak sesuai standar yang telah ditetapkan.

Kontinuitas Pasokan Sampah dan Perjanjian Kerja Sama

Kontinuitas bahan baku atau pasokan sampah menentukan kontinuitas produksi RDF. Berdasarkan hasil diskusi dengan Pusat Industri Hijau, Kementerian Perindustrian dan berbagai pelaku industri yang berpotensi memanfaatkan RDF, diperoleh informasi bahwa salah satu faktor yang menentukan industri memanfaatkan RDF adalah kontinuitas pasokan. Untuk pengelolaan RDF melalui skema KPBU, kontinuitas pasokan sampah yang harus dipasok oleh Pemerintah Daerah ke fasilitas RDF diatur dalam kontrak. Kontrak mengatur minimum *supply* bahan baku yang terkait dengan besaran *tipping fee* atau biaya yang harus dibayarkan Pemerintah Daerah untuk pengolahan sampah. Untuk skema selain KPBU, belum ada informasi yang menunjukkan bahwa pasokan bahan baku (sampah) dan kualitasnya (organik/anorganik) diatur dalam perjanjian kerja sama (jika ada) antara pengelola dan penyuplai bahan baku (Pemerintah Daerah). Informasi yang diperoleh dari Asosiasi Semen Indonesia, bahan baku yang masuk ke fasilitas RDF fluktuatif tergantung ketersediaan/pengumpulan sampah, dan kualitas tidak bisa diatur karena praktik pemilahan belum diterapkan di Indonesia. Dengan demikian, tidak hanya volume pasokan, tetapi juga kualitas input, terutama jenis dan komposisi sampah, menjadi faktor

kunci dalam menghasilkan RDF yang memenuhi standar kebutuhan industri. Di fasilitas RDF Jeruklegi Kabupaten Cilacap, pemilahan dilakukan sebelum proses pengolahan selanjutnya.



Gambar 3.3 Pemilahan Sampah Menjadi Bagian dari Proses RDF di Kabupaten Cilacap

Sumber: <https://dlh.cilacapkab.go.id/tempat-pengelolaan-sampah-terpadu-refused-derived-fuel-tpst-rdf/>

Kontinuitas dan kualitas RDF menjadi salah satu yang menentukan permintaan atau *demand* dari *offtaker*. Hasil diskusi dengan Direktorat Bioenergi, Ditjen Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral menyatakan bahwa sektor energi (PLTU) menggunakan bahan bakar dengan harga yang disubsidi oleh Pemerintah. Oleh karena itu, penggunaan RDF (atau BBJP) dapat dilakukan jika memenuhi persyaratan dan kondisi sebagai berikut:

- Harga diatur,
- Spesifikasi RDF ditentukan, dan
- Pasokan RDF tersedia secara kontinu.

Perjanjian kerja sama memberikan kepastian terhadap pengelolaan dan produksi RDF, sehingga diperlukan dan sebaiknya diterapkan dalam pengelolaan RDF. Namun, perjanjian kerja sama tidak menjamin keberlanjutan jika aspek-aspek penting pengelolaan tidak direncanakan dan diterapkan dengan baik. Contoh di mana perjanjian kerja sama telah tersedia namun aspek-aspek penting pengelolaan tidak direncanakan dan diterapkan dengan baik adalah di fasilitas RDF Kertalangu Kota Denpasar. Pengelolaan fasilitas RDF dilakukan melalui skema KPBU, kontrak antara Pemerintah Daerah dan swasta (pihak ketiga). Namun, dalam pelaksanaannya berbagai kendala ditemui, seperti: belum mencapai target 60 persen sebagaimana sesuai kesepakatan, termasuk masih dalam proses uji kelayakan, uji keandalan, mesin hingga uji emisi. Oleh karena selama dua tahun sudah berjalan, pihak ketiga belum dapatkan *tipping fee*, hanya mendapatkan pemasukan dari penjualan RDF. Selain itu, mereka harus menjual ke luar daerah yang memerlukan biaya pengiriman yang cukup tinggi sehingga menjadikan biaya operasional menjadi tinggi. Pada bulan Oktober 2024 kontrak antara Pemerintah Daerah dan pihak ketiga resmi dilakukan pemutusan.

Dari 22 pengelola RDF yang telah dipetakan, sebagian besar telah memiliki perjanjian kerja sama, baik antara Pemerintah Daerah & pengelola (jika pihak swasta) atau pengelola (jika Pemerintah Daerah) & *offtaker*. Tidak ada informasi yang menyatakan telah ada perjanjian kerja sama dengan penyedia peralatan, kecuali jika pihak pengelola juga merupakan penyedia teknologi dan peralatan seperti di fasilitas RDF Kertalangu Kota Denpasar.

Namun, saat ini belum ada aturan atau pedoman (NSPK) terkait pengaturan dan pengelolaan kerja sama dalam pengoperasian RDF, yang mengatur:

- a) Pihak-pihak mana yang harus mempunyai perjanjian kerja sama;
- b) Durasi minimal perjanjian kerja sama;
- c) Skema kerja sama;
- d) Apa saja yang diatur dalam perjanjian kerja sama.

Durasi perjanjian kerja sama, terutama antara pengelola RDF dan industri atau *offtaker* rata-rata adalah 5 tahun. Durasi ini dinilai pendek dan tidak memberikan kepastian penyerapan RDF dalam jangka panjang dibandingkan dengan investasi yang telah dikeluarkan. Skema kerja sama untuk pengelolaan RDF juga belum memiliki NSPK yang mengaturnya, dimana kondisi eksisting menunjukkan kerap terjadi kendala dalam pelaksanaannya.

3.1.2 Aspek Perencanaan

Perencanaan yang komprehensif merupakan kunci keberhasilan proyek pembangunan fasilitas pengolahan sampah menjadi RDF. Namun demikian, realitas di lapangan menunjukkan masih terdapat berbagai kesenjangan dalam penyusunan dan implementasi dokumen perencanaan proyek RDF di Indonesia. Proyek RDF harus terintegrasi dengan dokumen rencana induk (*masterplan*) pengelolaan sampah di setiap daerah. Banyak daerah yang akan membangun infrastruktur RDF namun *masterplan* daerah tersebut belum sesuai dengan substansi pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2013 yang memuat rencana pembangunan infrastruktur persampahan termasuk RDF atau terdapat rencana namun kurang detail dan tidak sesuai dengan kebutuhan spesifik daerah. Dokumen perencanaan yang perlu disiapkan daerah sebelum membangun infrastruktur RDF, di antaranya adalah studi kelayakan yang rinci memuat aspek kelayakan teknis, keuangan, lingkungan dan ekonomi serta dokumen rencana teknik rinci (DED) termasuk nota desain, gambar, rencana anggaran biaya, spesifikasi teknis, dan standar operasi.

Kesenjangan utama pada fase ini terletak pada kurangnya dokumen perencanaan proyek RDF yang berkualitas dan rinci di Indonesia. Dokumen perencanaan yang tidak sesuai substansi yang diatur dalam Peraturan Menteri, tidak komprehensif, kurang detail, dan kurang sesuai dengan kondisi spesifik masing-masing daerah berpotensi menghambat keberhasilan dalam perencanaan dan implementasi proyek RDF.

Kedua, kualitas dokumen perencanaan sering kali kurang memadai. Banyak dokumen perencanaan proyek RDF memiliki substansi dan desain seragam untuk berbagai daerah, tanpa mempertimbangkan karakteristik sampah dan kebutuhan masing-masing daerah. Hal ini berpotensi menyebabkan inefisiensi, bahkan kegagalan proyek, karena desain yang tidak sesuai dengan kondisi spesifik di lapangan. Studi kelayakan yang kurang rinci menjadikan analisis risiko dan perencanaan mitigasi risiko menjadi lemah. Akibatnya, proyek RDF sering kali menghadapi berbagai kendala selama proses pelaksanaan, bahkan berpotensi menimbulkan kerugian finansial yang signifikan. Hal ini juga menyangkut ketidaksesuaian substansi dokumen dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku, seperti Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2013.

Ketiga, proses evaluasi dan *monitoring* terhadap dokumen perencanaan masih lemah. Minimnya pengawasan dan evaluasi berkala terhadap dokumen perencanaan membuat Pemerintah Daerah sulit untuk mendeteksi dan mengoreksi kesalahan atau kekurangan sehingga meningkatkan risiko terjadinya penyimpangan dan kegagalan proyek.

Keempat, keterlibatan berbagai pemangku kepentingan dalam proses perencanaan masih perlu ditingkatkan. Perencanaan proyek RDF yang efektif memerlukan keterlibatan aktif dari berbagai pihak, termasuk Pemerintah Pusat dan Daerah, Badan Usaha, dan masyarakat. Keterlibatan yang kurang optimal berpotensi menghasilkan perencanaan yang tidak komprehensif dan tidak mengakomodasi kepentingan berbagai pihak terkait.

Tanpa integrasi yang kuat dengan *masterplan* dan dokumen perencanaan lainnya, pembangunan fasilitas RDF dapat menjadi tidak terarah dan tidak terprioritaskan sehingga menimbulkan inefisiensi sumber daya. Proyek RDF dapat berjalan namun tanpa mempertimbangkan rencana jangka panjang pengelolaan sampah di daerah tersebut.

Kurangnya detail dalam *masterplan* mengenai lokasi yang ideal untuk pembangunan fasilitas RDF dapat mengakibatkan kesulitan dalam pengadaan lahan dan proses perizinan. Hal ini dapat menyebabkan penundaan bahkan kegagalan proyek. Kapasitas dan teknologi fasilitas RDF yang direncanakan dapat tidak sesuai dengan kebutuhan daerah jika tidak dikaitkan dengan studi kelayakan dan DED yang spesifik. Hal ini berpotensi menyebabkan fasilitas RDF yang dibangun menjadi kurang efektif dan tidak mampu memenuhi kebutuhan daerah.

Perlu dicatat bahwa pada kajian ini, analisis pada aspek perencanaan, tidak mencakup keseluruhan siklus RDF namun berdasarkan lingkup kajian dibatasi di fasilitas penyediaan RDF dan pemanfaatan RDF di industri. Analisis lebih lanjut untuk keseluruhan siklus dari hulu ke hilir disarankan sebagai lanjutan kajian ini.

3.1.3 Aspek Infrastruktur dan Teknologi

Rancangan Teknologi dan Keandalan Operasional

Rancangan teknologi pengolahan sampah menjadi RDF di Indonesia belum sepenuhnya terstandarisasi namun cukup spesifik menyesuaikan kebutuhan masing-masing daerah. Berdasarkan evaluasi terhadap 22 fasilitas pengolahan RDF yang telah dibangun di berbagai daerah, terlihat variasi yang signifikan dalam rancangan teknologi, konfigurasi peralatan, dan alur proses.

Buku Pedoman Umum Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga dan Sejenis Sampah Rumah Tangga Sebagai Bahan Bakar Alternatif yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan memberikan pedoman umum, tetapi belum mengatur secara detail pentahapan proses dan urutan peralatan dalam konfigurasi rancangan. Konfigurasi peralatan dalam teknologi RDF memiliki fleksibilitas yang lebar sehingga perancangannya memiliki kebebasan dalam memilih jenis alat dan melakukan inovasi, namun hal ini juga berpotensi menyebabkan kegagalan rancangan jika tanpa disertai standar kompetensi perancang dan penilaian teknologi yang dipilih.

Variasi rancangan teknologi yang lebar tanpa jaminan keberhasilan operasional mengakibatkan rendahnya efisiensi dan efektivitas fasilitas RDF yang telah dibangun. Faktor utama yang berkontribusi terhadap kesenjangan pencapaian target kapasitas pengolahan adalah kurangnya kompetensi dalam perancangan teknologi, sistem penilaian yang belum memadai, serta keterbatasan dalam pemilihan peralatan yang andal.

Kinerja operasional fasilitas RDF di Indonesia masih rendah, yang ditunjukkan oleh terbatasnya kapasitas olah sampah, tingginya biaya operasional dan pemeliharaan, serta ketidakpastian dalam mencapai target produksi. Berdasarkan data operasional dari 18 unit

fasilitas RDF yang dibangun Pemerintah, hanya 21% fasilitas yang menunjukkan kinerja operasional yang baik, sementara lebih dari 76% lainnya beroperasi di bawah kapasitas desain. Masalah keandalan operasional ditandai dari rendahnya kapasitas pengolahan yang dicapai, serta tingginya persentase *idle capacity* akibat tingginya frekuensi kerusakan peralatan. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain peralatan tidak dapat menangani sampah dalam kondisi tertentu, keterbatasan kinerja pemeliharaan, serta minimnya pasokan suku cadang. Proses pengolahan RDF di beberapa fasilitas juga menghasilkan residu dalam jumlah besar menunjukkan kegagalan dalam reduksi sampah. Kemampuan operator dan ketersediaan suku cadang yang memadai juga menjadi faktor penting yang perlu diperhatikan. Fasilitas RDF di Indonesia sebagian besar masih memerlukan peningkatan dalam manajemen operasional, serta pemilihan peralatan dan teknologi yang lebih andal.

Inovasi Teknologi

Meskipun teknologi RDF terus berkembang, namun variasi produk RDF yang dihasilkan di Indonesia masih terbatas, sebagian besar hanya difokuskan untuk memenuhi kebutuhan industri semen. Hanya sebagian kecil fasilitas yang memproduksi produk BBJP untuk industri lain, seperti PLTU. Hal ini menunjukkan keterbatasan inovasi teknologi dan kurangnya fleksibilitas dalam menyesuaikan jenis dan spesifikasi RDF dengan kebutuhan industri yang beragam. Teknologi pengeringan mekanikal menjadi teknologi yang paling banyak digunakan, sementara teknologi pengolahan biologis (*mechanical biological treatment* atau MBT) masih jarang diterapkan.

Terdapat kesenjangan yang signifikan antara inovasi teknologi RDF di Indonesia dengan kebutuhan implementasi di masa mendatang. Variasi produk RDF terbatas, teknologi yang digunakan sebagian besar merupakan teknologi konvensional. Teknologi yang lebih maju, seperti gasifikasi, pirolisis, dan teknologi pengolahan biologis yang lebih canggih, masih terbatas penggunaannya. Hal ini menunjukkan rendahnya tingkat inovasi dan adopsi teknologi terkini dalam industri pengolahan sampah di Indonesia. Hal ini mengakibatkan kurangnya fleksibilitas dalam memenuhi kebutuhan industri yang beragam dan rendahnya nilai tambah dari produk RDF.

Evaluasi tingkat kesiapan teknologi (TRL) untuk teknologi lanjutan RDF, seperti gasifikasi dan pirolisis, menunjukkan bahwa pengembangan RDF dalam bentuk yang lebih kompleks, seperti gas dan cair, masih terbatas di dalam negeri, sementara contoh penerapannya di luar negeri juga masih sedikit. Hal ini menandakan bahwa teknologi tersebut belum sepenuhnya matang dan masih memerlukan pengembangan lebih lanjut sebelum dapat diimplementasikan secara luas di Indonesia.

Infrastruktur

Jumlah dan kapasitas infrastruktur RDF di Indonesia belum seimbang untuk memenuhi kebutuhan *offtaker*. Banyak daerah yang memiliki potensi pasar RDF, namun belum memiliki fasilitas RDF. Fasilitas yang telah dibangun juga sering kali beroperasi di bawah kapasitas desain. Kesenjangan antara jumlah dan kapasitas infrastruktur RDF yang tersedia dengan kebutuhan *offtaker* berpotensi menimbulkan hambatan dalam pengembangan pasar RDF. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kurangnya perencanaan, terbatasnya pendanaan, dan kesiapan teknologi. Pengembangan infrastruktur RDF perlu mempertimbangkan potensi kebutuhan *offtaker*, ketersediaan sumber daya, dan aspek keberlanjutan, serta didukung oleh pendanaan yang memadai dan kebijakan yang mendukung.

Perencanaan pembangunan infrastruktur RDF perlu mempertimbangkan potensi kebutuhan *offtaker* di masing-masing daerah, memastikan ketersediaan lahan dan sumber daya yang memadai, dan didukung oleh pendanaan yang memadai. Pembangunan infrastruktur perlu memperhatikan aspek keberlanjutan dan mencakup

seluruh rantai nilai pengelolaan sampah, mulai dari pengumpulan, pemilahan, hingga pemanfaatan RDF.

Berbagai daerah di Indonesia membangun fasilitas RDF terutama pada infrastruktur pengelolaan sampah seperti TPST. Umumnya, TPST menangani pengelolaan sampah skala kabupaten/kota dan menggunakan teknologi seperti RDF, komposting, *black soldier fly* (BSF), dan *thermal*. Capaian pembangunan TPST oleh Kementerian Pekerjaan Umum sepanjang tahun 2022 hingga 2024 mencapai 31 unit, dengan target pembangunan 14 unit tambahan pada tahun 2025 yang terdiri dari berbagai skema pembiayaan²⁵. Perbedaan jumlah, skala, teknologi, dan kapasitas TPST mencerminkan kesenjangan dalam infrastruktur pengelolaan sampah di berbagai daerah di Indonesia. Adanya kesenjangan antara jumlah TPST RDF dengan kapasitas kebutuhan masing-masing daerah dapat menghambat upaya keberlanjutan implementasi RDF serta target daerah dalam mencapai pengelolaan sampah yang efektif dan berkelanjutan.

Jaringan Distribusi

Konektivitas jaringan distribusi RDF di Indonesia masih belum optimal dan menjadi hambatan dalam meningkatkan daya saing RDF sebagai bahan bakar alternatif. Sistem transportasi dan distribusi yang efisien dan terintegrasi belum sepenuhnya tersedia, khususnya untuk wilayah-wilayah yang terpencil. Kurangnya fasilitas pendukung dan tingginya biaya logistik menjadi hambatan utama dalam meningkatkan daya saing dan pemanfaatan RDF. Fasilitas transfer yang berfungsi sebagai titik konsolidasi untuk mengoptimalkan rute pengangkutan dan efisiensi logistik komoditas juga masih terbatas sehingga belum dapat dijadikan opsi implementasi RDF.

Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN)

Implementasi TKDN dalam proyek pembangunan fasilitas RDF masih menghadapi tantangan. Sebagian besar peralatan utama fasilitas RDF masih berasal dari impor. Hal ini mengurangi peran serta industri dalam negeri dalam pengembangan teknologi dan ekonomi lokal.

Terdapat kesenjangan antara implementasi TKDN dalam proyek pembangunan fasilitas RDF dengan target yang diharapkan. Hal ini disebabkan oleh ketergantungan terhadap teknologi dan peralatan impor, terbatasnya inovasi teknologi dalam negeri, dan kurangnya dukungan dari Pemerintah. Fasilitas RDF memerlukan pemeliharaan berkala dengan sebagian besar peralatan memerlukan inspeksi dan pemeliharaan harian. Untuk memastikan kelancaran operasional, fasilitas RDF harus memiliki pasokan suku cadang yang memadai. Jika suku cadang yang diperlukan harus diimpor, waktu tunggu pengadaan menjadi kendala, sehingga diperlukan manajemen inventaris yang baik. Penundaan akibat ketidaksediaan suku cadang saat pemeliharaan atau perbaikan dapat menghambat produksi RDF dan berdampak pada pencapaian target pengolahan sampah.

3.1.4 Aspek Pembiayaan

Saat ini, pembangunan RDF Plant di Indonesia masih bergantung pada pendanaan dari anggaran Pemerintah. Sebagian besar proyek RDF, yakni 68%, didanai melalui APBN murni atau pinjaman, sementara alokasi dari APBD provinsi maupun kabupaten/kota hanya berkisar 10%. Selain itu, 5% pendanaan berasal dari hibah luar negeri, dan 5% didanai oleh lembaga non-Pemerintah (NGO). Namun, 11% dari total pendanaan RDF masih belum diketahui sumbernya. Berdasarkan data 20 kabupaten/kota yang tengah membangun RDF Plant, hanya dua yang memanfaatkan skema pembiayaan non-publik²⁶. Rendahnya

²⁵ Kementerian Pekerjaan Umum, 2024.

²⁶ Hasil olahan konsultan, 2024.

keterlibatan sektor swasta dalam proyek ini menjadi indikasi bahwa skema pembiayaan alternatif, seperti perbankan, SLL, KPBU, atau Kerja Sama Pemerintah dengan Pihak Ketiga (KSPDK), belum dioptimalkan. Selain itu, belum adanya dukungan *tipping fee* menambah ketidakpastian terhadap keberlanjutan operasi RDF, karena pendapatan utama masih bergantung pada penjualan RDF yang fluktuatif. Namun, hasil penjualan RDF pun juga tidak akan bisa menutupi kebutuhan OPEX.

Pembiayaan OPEX

Pembiayaan operasional (OPEX) RDF Plant merupakan salah satu aspek krusial dalam memastikan keberlanjutan pengelolaan sampah berbasis RDF. Pembiayaan operasional RDF Plant saat ini masih menghadapi tantangan signifikan, yaitu pendapatan dari penjualan RDF belum mampu menutupi seluruh biaya operasional dan pemeliharaan. Biaya operasi dan pemeliharaan untuk produksi RDF per ton yang belum mencapai prinsip *Full Cost Recovery* (FCR) maupun *Break Even Point* (BEP). Artinya, biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi satu ton RDF yang meliputi pengumpulan, pemilahan, pengeringan, dan pencacahan limbah masih lebih tinggi dibandingkan dengan nilai ekonomis yang dapat diperoleh dari RDF tersebut. Kondisi ini menyebabkan proyek RDF menjadi tidak *bankable* tanpa adanya subsidi, insentif, atau jaminan pasar jangka panjang dari pembeli (*offtaker*), seperti industri semen atau pembangkit listrik.

Berdasarkan kondisi eksisting, mayoritas RDF Plant masih bergantung pada skema *cost-sharing* antara Pemerintah Daerah dan sektor swasta, seperti RDF Plant Cilacap yang didukung 45% oleh Pemerintah Kabupaten dan 55% oleh PT SBI²⁷, serta RDF Plant Bantargebang yang memperoleh pendanaan dari APBD dan pendapatan jasa layanan RDF. Namun, tidak semua RDF Plant memiliki mekanisme pendanaan yang stabil, seperti yang terjadi pada RDF Plant Kertalangu yang terhenti operasionalnya akibat tidak terpenuhinya target dalam perjanjian kerja sama dan tidak tersedianya *tipping fee* yang memadai. Rendahnya alokasi anggaran untuk pengelolaan sampah di sebagian besar daerah, yang rata-rata hanya berkisar 0,64%²⁸, telah menghambat keberlanjutan RDF Plant.

Permasalahan ini diperburuk dengan rendahnya alokasi anggaran untuk sektor pengelolaan sampah di sebagian besar daerah. Tercatat hanya lima kota yang mengalokasikan lebih dari 2% dari total anggaran daerahnya untuk pengelolaan sampah, sementara lebih dari 50 daerah hanya mengalokasikan sekitar 0,7%²³. Ketimpangan ini mencerminkan belum adanya prioritas yang memadai terhadap pengelolaan sampah di level kebijakan anggaran daerah. Akibatnya, RDF Plant yang sangat bergantung pada kontribusi APBD menjadi rentan terhadap disrupsi operasional, khususnya ketika pendanaan tidak berkelanjutan dan tidak terintegrasi dalam perencanaan jangka panjang.

3.1.5 Aspek Perlindungan Lingkungan dan Sosial

Potensi Reduksi Emisi GRK dan Pencemar Lainnya

Tingginya volume sampah yang tidak dikelola dengan baik membutuhkan solusi yang efektif, karena dapat meningkatkan emisi GRK dan menambah pencemaran lingkungan. Salah satu sumber emisi GRK adalah dari gas metana yang dihasilkan dari tumpukan sampah di TPA. Satu ton sampah diperkirakan menghasilkan 50 kg gas metana²⁹, di mana 1 ton metana setara dengan 28 ton CO₂. Selain itu, tumpukan sampah di TPA juga menghasilkan lindi yang dapat mencemari tanah.

²⁷ Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Cilacap, 2023

²⁸ Data Alokasi APBD Kementerian Dalam Negeri 2024

²⁹ <https://katadata.co.id/ekonomi-hijau/ekonomi-sirkular/648c416e22567/pangkas-emisi-gas-metana-klhk-akan-hentikan-pembangunan-tpa-di-2030>.

Pengolahan sampah menjadi RDF juga memiliki potensi besar dalam menurunkan emisi GRK serta produksi lindi. Pada tahun 2030, diperkirakan emisi GRK dapat mencapai 58,22 juta ton CO₂e dari 514 TPA yang ada di Indonesia^{Error! Bookmark not defined.}. Bila ditinjau dari studi kasus di lapangan, implementasi RDF di Cilacap mampu mengurangi emisi sebesar 49.632 ton dan di Bantargebang sebesar 446.497 ton CO₂³⁰. Melihat potensi tersebut, apabila pengolahan sampah menjadi RDF dimaksimalkan, maka dapat berkontribusi pada penurunan produksi lindi di TPA dan penurunan emisi GRK dari limbah padat domestik dan membantu mewujudkan aksi mitigasi ENDC 2022, yang menargetkan pengolahan sampah menjadi RDF untuk menghindari 1,9 juta ton CO₂e pada tahun 2030.

Selain itu, transportasi distribusi RDF ke *offtaker* juga dapat menyumbang emisi GRK. Proses distribusi RDF dari TPST ke *offtaker* memerlukan perencanaan yang matang untuk meminimalkan emisi GRK dari aktivitas transportasi. Peta sebaran TPA yang saat ini sudah tersedia, telah mencakup beberapa wilayah yang berdekatan dengan PLTU dan pabrik semen. Namun, belum ada pemetaan menyeluruh untuk memastikan efisiensi distribusi RDF ke semua *offtaker* yang potensial, terutama di luar industri semen dan PLTU.

Meskipun RDF memiliki potensi besar dalam menurunkan emisi GRK dan metana serta mengurangi produksi lindi, beberapa kesenjangan masih menghambat implementasi optimal. Saat ini, belum tersedia pedoman khusus bagi Pemerintah Daerah untuk menghitung penurunan emisi GRK, termasuk emisi metana, dari aktivitas pengolahan sampah menjadi RDF. Pedoman ini, dapat menjadi pegangan Pemerintah Daerah untuk mengetahui dan memahami potensi di wilayahnya masing-masing. Selain itu, kapasitas RDF Plant yang optimal dan berkelanjutan masih menjadi tantangan, terutama karena tidak adanya mekanisme yang memastikan keberlanjutan operasionalnya. Bahkan beberapa fasilitas, seperti RDF Kertalangu telah berhenti beroperasi. Dalam hal transportasi, pemetaan distribusi RDF ke berbagai *offtaker* masih terbatas, sehingga efisiensi logistik belum maksimal.

Potensi Polusi Udara dan Pencemaran Lainnya

Meskipun RDF bisa menjadi solusi pengelolaan sampah, namun aktivitas ini tetap berpotensi memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Proses pengolahan sampah menjadi RDF, seperti pengeringan, pencacahan, dan pengayakan, dapat menghasilkan debu dan partikel halus (PM10, PM2,5), yang berpotensi mencemari udara. Selain itu, jika teknologi termal digunakan di dalam proses pengeringan, maka dapat menghasilkan emisi diantaranya karbon dioksida (CO₂), senyawa *organic volatile* (VOC), nitrogen oksida (NOx), dan sulfur oksida (SOx)²³. Pembakaran sampah plastik dalam proses tersebut juga dapat memproduksi polutan berbahaya seperti dioksin, furan, dan logam berat. Selain itu, risiko pencemar lindi tetap berpotensi muncul apabila sampah tidak segera diolah di TPST. Oleh karena itu, kajian lingkungan wajib dilakukan sebelum fasilitas RDF dibangun, seperti yang sudah tertuang di dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2013.

Namun, saat ini masih terdapat kesenjangan yang perlu menjadi perhatian. Sistem pelaporan dan audit yang terstandarisasi dan berkala untuk fasilitas RDF belum tersedia. Padahal, efektivitas fasilitas pengendali dan pengontrol debu serta polutan di TPST saat ini masih perlu ditinjau lebih lanjut. Instalasi pengolahan lindi juga memerlukan evaluasi untuk memastikan kemampuannya dalam menangani limbah cair yang dihasilkan secara optimal. Pemantauan berkala diperlukan untuk mendukung pengelolaan sampah menjadi RDF tetap ramah lingkungan dan berkelanjutan.

³⁰ RDI, "Bahan Paparan pada Bioshare Series #14 RFact", Oktober 2024.

Dampak Penerapan RDF terhadap Masyarakat

Selain dari aspek lingkungan, pengolahan sampah menjadi RDF juga memiliki potensi dalam memberikan manfaat sosial ekonomi. Berdasarkan kajian, implementasi RDF dapat menciptakan hingga 4,4 juta lapangan pekerjaan baru³¹. Contoh nyata terlihat di TPST Jeruklegi, Cilacap, di mana 130 pemulung telah terintegrasi dalam pengolahan RDF²³. Mereka diberi tempat kerja dan prosedur standar operasional (SOP) untuk memilah bahan bernilai tinggi seperti PET, HDPE, LDPE, logam, dan kaca, yang tidak hanya meningkatkan nilai ekonomi tetapi juga mengurangi bahan yang mengurangi nilai kalor RDF.

Lebih dari sekedar lapangan pekerjaan konvensional, RDF juga memiliki potensi besar dalam menciptakan *green jobs* (pekerjaan yang layak dan ramah lingkungan) di Indonesia. Berdasarkan definisi dari ILO, *green jobs* adalah pekerjaan yang bertujuan untuk mengurangi dampak lingkungan hingga mampu melestarikan lingkungan hidup, termasuk melindungi ekosistem, mengurangi konsumsi energi dan materi, serta dekarbonisasi perekonomian³². Dalam konteks RDF, *green jobs* dapat tercipta di berbagai tahap rantai nilainya, seperti pengumpulan dan pemilahan sampah, pengoperasian mesin pencacah dan pengering RDF, pemeliharaan peralatan, hingga distribusi dan pemanfaatan RDF di industri pemanfaat.

Namun, meskipun memiliki potensi besar, penciptaan *green jobs* dalam penerapan RDF di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan. Salah satunya adalah terkait pemerataan kapasitas tenaga kerja lokal dan pelibatan pekerja perempuan dan kelompok rentan yang terlibat di dalam rantai nilai RDF.

Di samping tantangan ketenagakerjaan, fasilitas pengolahan sampah, kerap menghadapi tantangan sosial, baik selama proses pembangunan maupun operasionalnya. Konflik sosial sering kali muncul akibat dampak lingkungan seperti kebisingan atau bau akibat pengelolaan sampah yang kurang optimal. Berdasarkan pernyataan Ditjen Sanitasi Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, gesekan sosial menjadi kendala umum dalam proses pembangunan instalasi pengolahan sampah. Selain itu, masih banyak masyarakat yang belum memahami manfaat RDF sebagai solusi pengelolaan sampah dan bahan bakar alternatif.

Secara ideal, perluasan penerapan RDF harus didukung oleh masyarakat dan pemangku kepentingan lainnya tanpa adanya konflik. Operasional pengolahan sampah menjadi RDF juga diharapkan berjalan lancar tanpa menimbulkan dampak lingkungan negatif yang dapat memicu protes warga sekitar. Selain itu, perluasan RDF diharapkan mampu membuka peluang kerja baru dan menciptakan peluang bisnis, khususnya bagi masyarakat lokal. Proyek pengelolaan sampah menjadi RDF perlu dirancang secara adil dengan memastikan keterlibatan masyarakat dalam setiap tahapannya, baik sebagai pekerja maupun mitra usaha. Pendekatan ini tidak hanya mendukung pertumbuhan ekonomi lokal, tetapi juga memperkuat dukungan masyarakat terhadap program RDF.

Namun, hingga saat ini, edukasi masyarakat mengenai manfaat RDF dan potensinya sebagai bahan bakar alternatif masih terbatas. Selain itu, belum ada ketetapan skema yang jelas untuk melibatkan masyarakat secara formal dalam pengolahan sampah menjadi RDF. Padahal, kehadiran skema tersebut dapat memberikan panduan yang terstruktur untuk memaksimalkan manfaat sosial-ekonomi RDF, sekaligus memastikan keberlanjutan program melalui dukungan penuh dari komunitas lokal. Di sisi lain, konflik sering kali muncul ketika operasional fasilitas RDF tidak berjalan optimal, seperti tumpukan sampah yang tidak terkelola dengan baik, sehingga menimbulkan bau yang mengganggu.

³¹ Bappenas, "Laporan Kajian Analisis Kelembagaan, Perencanaan, dan Opsi Pendanaan & Pembiayaan Pengelolaan Sampah", 2022.

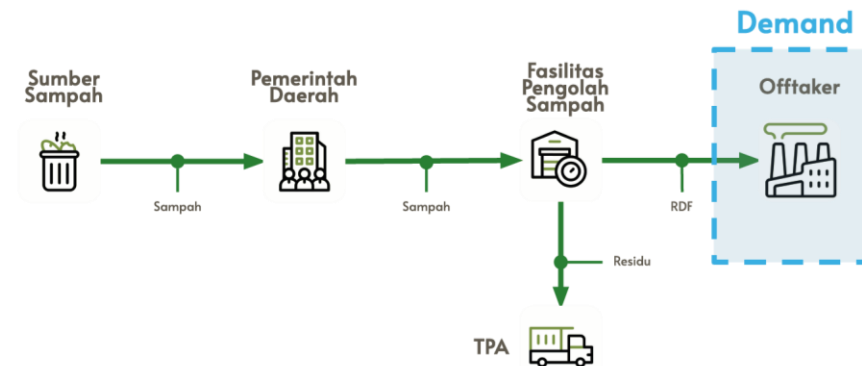
³² International Labour Organization, "Lembar Fakta tentang Pekerjaan yang Layak dan Ramah Lingkungan (*Green Jobs*) di Indonesia", 2010.

Meskipun identifikasi dan mitigasi potensi konflik sosial telah diwajibkan dalam dokumen kajian sosial sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2013, tetapi implementasinya di lapangan belum sepenuhnya optimal. Sama halnya dengan aspek lingkungan, pada aspek sosial ini, sistem pelaporan dan audit berkala terhadap pelaksanaan upaya mitigasi konflik tersebut, juga belum tersedia.

3.2 Kesenjangan dalam Pemanfaatan RDF

Permintaan terhadap RDF di Indonesia bergantung pada sektor industri yang dapat memanfaatkannya sebagai sumber energi alternatif, terutama industri semen, pembangkit listrik, dan beberapa industri lain yang menggunakan bahan bakar padat. Industri semen menjadi sektor utama dalam pemanfaatan RDF, mengingat karakteristik bahan bakar ini sesuai untuk proses *co-firing* dalam *cemen kiln*. Beberapa produsen semen besar di Indonesia, seperti PT SBI dan PT Semen Indonesia, telah mulai mengadopsi RDF sebagai bagian dari strategi dekarbonisasi dan efisiensi energi.

Meskipun terdapat minat yang meningkat dalam penggunaan RDF, permintaan aktual masih menghadapi berbagai tantangan. Salah satu tantangan utamanya adalah kebutuhan industri dalam memodifikasi teknologi eksisting karena adanya peralihan bahan bakar. Modifikasi ini memerlukan investasi besar. Pada umumnya industri enggan untuk memulai investasi dengan risiko tinggi. Bagian ini akan menyoroti aspek yang memengaruhi permintaan RDF di Indonesia, adapun rangkuman kesenjangan pada pemanfaatan RDF dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Infrastruktur dan Kesiapan Teknologi

- Industri semen belum mencapai titik optimum dalam memanfaatkan RDF namun berpotensi besar untuk terus meningkatkan angka penyerapan RDF dengan kondisi tertentu. Sedangkan industri lainnya seperti pupuk, kimia, kertas memiliki potensi memanfaatkan RDF namun saat ini baru dalam tahap kajian atau uji coba.
- Peralihan bahan bakar memerlukan teknologi inovatif dengan penerapan awal yang sulit dan investasi besar, sehingga industri enggan berinvestasi karena risikonya yang tinggi.



Pembiayaan

- Belum tersedia skema insentif fiskal yang dapat menarik *offtaker*.
- Kebutuhan investasi besar untuk infrastruktur RDF (modifikasi teknologi pembakaran, sistem pengolahan gas buang, fasilitas penanganan dan pemrosesan sampah).



Perlindungan Lingkungan dan Sosial

- Berdasarkan Lampiran 3 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 Tahun 2017, baku mutu emisi RDF lebih ketat dibandingkan limbah B3, meskipun RDF adalah limbah non-B3, dan peraturan hanya berlaku bagi industri semen apabila memanfaatkan RDF secara penuh.
- Sistem pengendali dan pengontrol emisi di Industri selain PLTU dan industri semen, ada yang belum memadai untuk pemanfaatan RDF.
- Belum ada acuan metodologi bagi *offtaker* terkait perhitungan GRK terhadap pembakaran RDF sebagai bahan bakar alternatif.

Gambar 3.4 Kesenjangan di Sisi Pemanfaatan RDF (Demand)

3.2.1 Aspek Infrastruktur dan Kesiapan Teknologi

Terdapat kesenjangan antara kesiapan teknologi di industri dengan rencana perluasan penyerapan RDF. Kesiapan industri pengguna RDF di Indonesia, khususnya industri semen sebagai konsumen utama, masih belum optimal. Meskipun pemanfaatan RDF di sektor ini belum mencapai tingkat yang maksimal, industri semen memiliki potensi besar untuk meningkatkan penyerapan RDF di bawah kondisi tertentu. Pada tahun 2022, TSR industri semen nasional tercatat sebesar 9,1%, namun kontribusi dari sumber biomassa, termasuk RDF, hanya sekitar 5%³³.

Draf dekarbonisasi industri semen menetapkan target TSR biomassa sebesar 4% pada 2025, 10% pada 2030, 13% pada 2035, serta 15% pada 2040 hingga 2050³⁴. Namun, untuk dapat memanfaatkan RDF dalam jumlah yang lebih besar, industri semen perlu berinvestasi dalam fasilitas pra-pemrosesan guna meningkatkan kualitas RDF serta melakukan modifikasi pada sistem pembakaran agar stabilitas proses tetap terjaga.

Selain industri semen, terdapat industri lainnya yang dinilai berpotensi memanfaatkan RDF, namun belum memiliki infrastruktur pendukung untuk mengadaptasi RDF di peralatan pembakaran mereka. Industri yang ingin memanfaatkan RDF membutuhkan pengembangan infrastruktur untuk penanganan, penyimpanan, serta transportasi RDF di dalam fasilitas pabrik mereka, termasuk sistem konveyor dan proses otomatis untuk memperlancar integrasi RDF ke dalam lini produksi. Industri yang masih bergantung sepenuhnya pada batu bara umumnya belum menyediakan fasilitas ini. Fasilitas penyimpanan khusus untuk RDF dibutuhkan untuk mengakomodasi rentang ukuran partikel RDF dan mencegah degradasi atau kontaminasi.

Industri mempertimbangkan substitusi batu bara dengan bahan bakar alternatif seperti RDF sebagai langkah untuk menghemat biaya energi. Namun, keputusan investasi baru dilakukan setelah melalui kajian kelayakan teknis dan ekonomi yang matang. Semakin besar konsumsi RDF, semakin besar pula investasi yang dibutuhkan untuk penambahan atau modifikasi peralatan pembakaran dan sistem kontrol emisi.

Beberapa industri selain semen, seperti pupuk, kertas, baja, kimia memiliki potensi memanfaatkan RDF, namun saat ini masih berada dalam tahap kajian atau uji coba. Peralihan bahan bakar konvensional menjadi RDF membutuhkan teknologi inovatif, yang pada tahap awal sering kali sulit dan membutuhkan biaya mahal. Hal ini menyebabkan banyak industri enggan memulai investasi dengan risiko tinggi.

Dari sisi pemanfaat diperlukan kepastian suplai RDF sebelum kebijakan RDF dimandatkan dalam kebijakan industri. Selain itu, jaminan pasokan RDF di masa mendatang akan memberikan kepastian bagi industri untuk melakukan investasi. Industri non semen akan memperhitungkan keuntungan ekonomi sebelum memutuskan penggantian bahan bakar dan memitigasi risiko proses serta kehilangan produksi, namun dengan dorongan Pemerintah untuk dekarbonisasi dapat mempercepat upaya pemanfaatan RDF

3.2.2 Aspek Pembiayaan

Pembiayaan transisi energi dari sumber fosil ke RDF masih menghadapi tantangan struktural dan finansial yang kompleks. Saat ini, terdapat beberapa inisiatif dari sektor swasta, seperti investasi langsung oleh perusahaan besar dalam rangka memenuhi *Sustainable Development Goals (SDGs)* serta penerapan SLL untuk proyek berbasis prinsip *environmental, social, and governance (ESG)*. Selain itu, beberapa lembaga keuangan telah menyediakan skema pendanaan untuk proyek ramah lingkungan, termasuk

³³ Presentasi Ketua Asosiasi Semen Indonesia, 2024.

³⁴ Hasil olahan konsultan, 2024.

pengelolaan limbah dan efisiensi sumber daya. Namun, informasi terkait kelayakan investasi dan risiko proyek konservasi energi yang diperlukan oleh pelaku usaha masih terbatas, sehingga menyebabkan rendahnya tingkat keyakinan dalam pengambilan keputusan investasi yang bersifat padat modal. Selain itu, insentif finansial yang ditawarkan saat ini masih belum cukup menarik, mengingat suku bunga untuk kredit EBT tidak berbeda secara signifikan dengan kredit sektor properti, sehingga tidak memberikan keunggulan kompetitif bagi industri yang ingin beralih ke RDF.

Pada kondisi ideal, sistem pembiayaan transisi energi seharusnya lebih terstruktur dan mendukung pengembangan RDF melalui pembiayaan berbunga ringan, skema *matching grant*, serta klasifikasi kredit khusus energi terbarukan yang serupa dengan Kredit Kepemilikan Rumah (KPR) di sektor properti. Selain itu, peningkatan akses terhadap kredit terjangkau dan integrasi RDF ke dalam rantai pasok industri dapat mendorong lebih banyak perusahaan untuk mengadopsi teknologi RDF. Pemerintah, melalui *just energy transition partnership* (JETP) dan dukungan administrasi dari PT SMI, diharapkan dapat mengidentifikasi peluang investasi serta menciptakan regulasi yang lebih kondusif bagi transisi energi.

Salah satu tantangan terbesar dalam pemanfaatan RDF adalah kebutuhan investasi awal yang sangat besar, terutama untuk pengembangan infrastruktur pendukung. Kebutuhan investasi besar untuk infrastruktur RDF mencakup modifikasi teknologi pembakaran, sistem pengolahan gas buang, serta pembangunan fasilitas penanganan dan pemrosesan sampah. Ketiganya merupakan komponen krusial yang membutuhkan modal signifikan, dan hanya dapat direalisasikan melalui koordinasi lintas sektor serta dukungan pendanaan jangka panjang. Kesenjangan dalam ketersediaan infrastruktur RDF dapat menghambat implementasi proyek

Kesenjangan yang muncul dalam implementasi RDF menunjukkan bahwa infrastruktur pendukung masih terbatas, pengembangan dan modifikasi teknologi pembakaran, sistem pengolahan gas buang, serta fasilitas penanganan sampah membutuhkan investasi besar dan koordinasi *multi-stakeholder*. Selain itu, biaya transisi tidak hanya terbatas pada investasi teknologi, tetapi juga mencakup biaya pembongkaran fasilitas berbasis batu bara serta dampak sosial seperti potensi pengurangan tenaga kerja akibat penghentian operasi tungku batu bara.

Ketiadaan struktur biaya yang efisien diperparah oleh skala produksi yang masih terbatas, inefisiensi logistik, serta belum optimalnya teknologi yang digunakan, terutama pada fasilitas pengolahan skala kecil hingga menengah. Tanpa adanya upaya untuk menurunkan biaya operasi dan pemeliharaan melalui peningkatan efisiensi teknologi, skala ekonomi, serta dukungan fiskal dari pemerintah, maka RDF akan sulit bersaing dengan bahan bakar konvensional dari sisi keekonomian.

3.2.3 Aspek Perlindungan Lingkungan dan Sosial

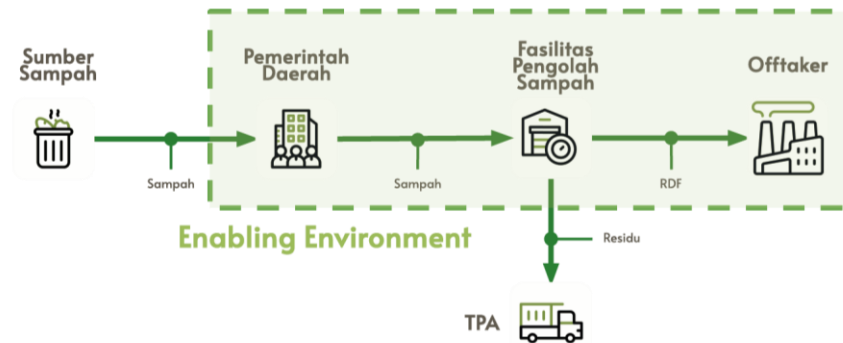
Regulasi mengenai baku mutu emisi (BME) untuk industri semen telah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 Tahun 2017. Namun, regulasi ini hanya berlaku apabila industri semen menggunakan RDF secara penuh. Jika penggunaan RDF masih bercampur dengan bahan bakar konvensional, maka BME yang diterapkan mengacu pada standar yang tercantum dalam izin lingkungan masing-masing fasilitas. Selain itu, dalam regulasi yang sama, khususnya pada lampiran 3, diketahui bahwa BME untuk pemanfaatan RDF lebih ketat dibandingkan dengan pemanfaatan limbah B3, meskipun RDF sendiri merupakan limbah non-B3. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan RDF di industri harus memenuhi standar lingkungan yang lebih ketat dibandingkan bahan bakar alternatif lainnya.

Di sisi lain, meskipun sistem pengendalian emisi di PLTU dan industri semen umumnya telah memadai untuk pemanfaatan RDF, masih terdapat kesenjangan dalam penerapannya di industri lain. Beberapa industri yang berpotensi menggunakan RDF, seperti industri pupuk, baja, dan kertas, belum memiliki sistem pengendalian dan pengontrol emisi yang cukup untuk memastikan gas buang tetap dalam batas aman. Sebelum menerapkan RDF, setiap industri perlu memastikan kesiapan teknologi dalam mengelola emisi yang dihasilkan agar tetap sesuai dengan lingkungan yang berlaku. Tanpa adanya sistem pengendalian yang efektif, risiko pencemaran udara akibat emisi dari pembakaran RDF dapat meningkat, yang pada akhirnya dapat berdampak pada kesehatan masyarakat dan lingkungan.

Selain itu, hingga saat ini belum tersedia metodologi yang jelas bagi *offtaker* dalam menghitung GRK yang dihasilkan dari pembakaran RDF sebagai bahan bakar alternatif. Ketiadaan metodologi ini dapat menjadi kendala dalam pelaporan emisi dan penghitungan kontribusi RDF terhadap target dekarbonisasi nasional.

3.3 Kesenjangan dalam Penyediaan Lingkungan yang Mendukung

Penerapan RDF di Indonesia dapat dinilai efektif untuk memberikan kontribusi bagi pengelolaan sampah perkotaan dan mengurangi volume sampah yang berakhir di *landfill* atau TPA. Namun, fasilitas RDF tidak dapat berdiri sendiri harus berada dalam satu ekosistem atau rantai layanan dengan pengguna RDF atau *offtaker*. Saat ini, pemanfaatan RDF di Indonesia ditumbuhkan melalui mekanisme kebijakan atau *regulatory driven*. Oleh karena itu, penyediaan lingkungan yang mendukung atau *enabling environment* menjadi salah satu komponen yang penting dalam penerapan dan perluasan RDF di Indonesia. Oleh karena itu, bagian ini secara khusus menyoroti kendala dan kesenjangan dalam penyediaan lingkungan yang mendukung untuk penerapan dan perluasan RDF. Adapun rangkuman kesenjangan pada penyediaan lingkungan yang mendukung dapat dilihat pada **Gambar 3.5**.



Regulasi dan NSPK

- Implementasi spesifik teknologi RDF sebagai bagian dari bauran EBT belum sepenuhnya didukung dengan kerangka regulasi yang komprehensif.
- Ketersediaan NSPK yang mendukung pengelolaan RDF masih terbatas.



Pengembangan Pasar

- Kapasitas produksi dan pemanfaatan RDF belum seimbang.
- Harga RDF belum terstandarisasi. Harga yang tidak terstandarisasi dapat mengurangi daya tarik RDF, yang dapat membatasi pemanfaatan RDF.
- Belum ada standar nasional terkait spesifikasi RDF.



Skema dan Mekanisme Insentif

- Belum ada mekanisme insentif (fiskal dan non-fiskal) yang dirancang khusus untuk mendorong pemanfaatan RDF.
- Terbatasnya insentif/bantuan untuk Pemerintah Daerah yang menerapkan RDF.



Peningkatan Kapasitas

Belum tersedia institusi khusus untuk peningkatan kapasitas RDF, termasuk standar kompetensi dan kurikulumnya.



Riset dan Pengembangan

Terbatasnya kolaborasi riset tentang RDF di antara Pemerintah, akademisi, dan industri.

Gambar 3.5 Kesenjangan di Sisi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung

3.3.1 Aspek Regulasi dan NSPK

Kebijakan dan Dukungan Peraturan

Pengelolaan sampah melalui teknologi RDF merupakan salah satu strategi inovatif yang dapat menjawab tantangan dalam pengurangan emisi GRK dan juga mendukung transisi energi ke arah yang lebih berkelanjutan. Secara regulasi, Indonesia telah memiliki landasan hukum yang cukup kuat melalui Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, yang mendorong pengelolaan sampah berbasis pengurangan, daur ulang, dan pemanfaatan. Selain itu, komitmen global yang diwujudkan melalui Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan Paris Agreement menempatkan Indonesia pada jalur strategis menuju NZE pada tahun 2060, termasuk dengan memprioritaskan dekarbonisasi sektor energi dan industri. Namun demikian, implementasi spesifik teknologi RDF sebagai bagian dari bauran EBT belum sepenuhnya didukung dengan kerangka regulasi yang komprehensif.

Saat ini, beberapa kebijakan terkait seperti Peraturan Presiden Nomor 35 Tahun 2018 tentang Pengelolaan Sampah Menjadi Energi Listrik (PSEL) dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 70 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Emisi telah tersedia. Namun regulasi yang mengatur teknologi RDF, termasuk standarisasi teknis, prosedur pemanfaatan, dan mekanisme insentif, masih belum ada. Hal ini mengakibatkan minimnya insentif finansial seperti subsidi, keringanan pajak, atau akses pada skema perdagangan karbon untuk mendukung adopsi RDF di sektor industri.

Adanya insentif sangat penting untuk mempercepat transisi industri dari penggunaan bahan bakar fosil menuju bahan bakar alternatif berbasis limbah. Regulasi seperti pajak karbon untuk pengguna bahan bakar fosil, yang dirancang untuk mengatasi dampak negatif terhadap lingkungan dari emisi karbon, belum sepenuhnya diterapkan, sehingga memberikan tantangan dalam meningkatkan daya saing RDF sebagai bahan bakar alternatif.

Dalam konteks keberlanjutan, pengembangan teknologi RDF tidak hanya berdampak pada pengurangan emisi GRK tetapi juga memberikan kontribusi terhadap pencapaian beberapa poin SDGs. Sebagai contoh, RDF mendukung SDG 7 (Energi Terjangkau dan Bersih) melalui penyediaan energi terbarukan yang lebih terjangkau dibandingkan energi fosil. Selain itu, RDF juga sejalan dengan SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur), karena memerlukan pengembangan infrastruktur baru dan mempromosikan inovasi teknologi di sektor energi dan limbah. Kontribusi lain juga terlihat pada SDG 11 (Kota dan Komunitas yang Berkelanjutan), karena RDF mampu mengurangi jumlah sampah yang berakhir di tempat pembuangan akhir, serta SDG 13 (Aksi Iklim) dengan mengurangi emisi karbon dari sektor energi dan limbah. Dengan demikian, untuk mengoptimalkan peran RDF, diperlukan kebijakan yang tidak hanya memayungi aspek regulasi dan insentif tetapi juga mengintegrasikan RDF ke dalam rencana strategis nasional, seperti KEN dan Road Map Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan 2025–2045.

Langkah-langkah ini akan memberikan kerangka kebijakan yang lebih jelas dan mendorong keterlibatan aktif sektor swasta dan masyarakat dalam memanfaatkan RDF sebagai solusi energi berkelanjutan yang mampu memberikan dampak jangka panjang baik dari sisi lingkungan, ekonomi, maupun sosial.

Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria

Saat ini, ketersediaan norma, standar, prosedur, dan kriteria (NSPK) yang mendukung pengelolaan RDF masih terbatas. NSPK yang tersedia hanya mencakup pedoman untuk

industri semen SNI dan RSNI untuk bahan bakar alternatif, serta baku mutu emisi. Namun, aspek-aspek lain, seperti standar teknis untuk desain dan konstruksi fasilitas RDF dan SOP untuk pengoperasian dan pemeliharaan, serta panduan perhitungan biaya operasional dan keekonomian RDF, masih belum dikembangkan secara menyeluruh. Kekurangan NSPK ini menciptakan kesenjangan yang signifikan, terutama dalam memastikan efisiensi, keberlanjutan, dan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan pada seluruh rantai pasokan RDF. Ketidadaan acuan standar yang komprehensif juga dapat memengaruhi daya tarik investasi dan adopsi RDF sebagai bahan bakar alternatif dalam sektor industri.

Pemantauan, Evaluasi, dan Sistem Informasi

Selain kekurangan NSPK, tantangan lain yang signifikan adalah integrasi dan kualitas sistem informasi yang digunakan untuk memantau dan mengevaluasi pengelolaan RDF. Saat ini, terdapat dua platform utama, yaitu SIPSN yang dikelola oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, serta Sistem Informasi Infrastruktur Sanitasi (SIINSAN) yang dikelola oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Meskipun SIPSN mencakup informasi mengenai fasilitas pengolahan sampah, data yang disajikan sering mengalami duplikasi dan inkonsistensi, terutama dalam kapasitas fasilitas RDF yang tercatat. Sementara itu, SIINSAN hanya dapat diakses oleh pengguna tertentu, sehingga data yang dimuat sulit dijangkau oleh publik atau pemangku kepentingan tanpa akun terdaftar. Data yang belum terverifikasi dengan baik ini dapat menghambat pengambilan keputusan strategis, terutama dalam konteks penyediaan stok RDF yang akurat untuk sektor industri.

3.3.2 Aspek Pengembangan Pasar

Perkembangan pasar RDF di Indonesia, selain dipengaruhi regulasi, sangat bergantung pada beberapa faktor ekonomi utama. Harga batu bara dengan subsidi dari Pemerintah berdampak negatif terhadap penyerapan RDF karena RDF bersaing langsung dengan batu bara.

Permintaan RDF di Indonesia saat ini masih terbatas, terutama didominasi oleh industri semen yang berpusat di Jawa Tengah dan Jawa Barat. Meskipun terdapat potensi peningkatan kapasitas produksi RDF di masa mendatang seiring dengan peningkatan laju timbunan sampah dan permintaan RDF dari industri dan PLTU namun realisasi saat ini pasar RDF masih sangat kecil. Proyek RDF yang telah dan sedang dibangun dengan kapasitas kecil dan sedang (di bawah 300 ton/hari) menunjukkan kapasitas penyerapan yang terbatas. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kualitas RDF yang belum konsisten, belum tersedianya infrastruktur pendukung yang memadai, harga RDF yang masih relatif tinggi dibandingkan dengan bahan bakar fosil, serta regulasi yang belum sepenuhnya mendukung pemanfaatan RDF. Kesiapan industri dalam menerima dan menggunakan RDF juga masih perlu ditingkatkan.

Di sisi lain, kenaikan harga energi fosil dan kebijakan energi terbarukan memberikan dampak positif terhadap permintaan RDF, mendorong industri untuk mencari alternatif bahan bakar yang lebih berkelanjutan. Ketersediaan pasokan sampah sebagai bahan baku RDF menjadi faktor krusial dalam pengambilan keputusan industri untuk beralih dari bahan bakar konvensional ke RDF. Selain itu, perjanjian *offtaker* jangka panjang dan struktur harga yang jelas sangat penting untuk memastikan perolehan pendapatan yang stabil dan dapat diprediksi bagi operator, sehingga hal ini dapat menarik investasi untuk pembangunan fasilitas RDF. Namun, subsidi batu bara memberikan pengaruh negatif terhadap permintaan RDF, karena dapat membuat harga bahan bakar fosil lebih kompetitif. Di sisi lain, regulasi yang spesifik mendukung pengembangan RDF masih

cukup terbatas, sehingga pemanfaatan RDF sering kali menunggu inisiatif dari pihak industri untuk dapat berkembang lebih lanjut.

Jaminan Kualitas

Jaminan kualitas RDF sangat penting karena kualitas yang dihasilkan dari jenis sampah yang berfluktuasi dapat mempengaruhi penyerapan produk di industri. Rencana SNI RDF untuk industri semen telah mencantumkan metode uji RDF yang diperlukan untuk menjamin standar kualitas tersebut. Dalam upaya memastikan konsistensi kualitas produksi RDF, pengembangan standar dan pedoman yang jelas menjadi langkah krusial. Produk RDF harus disesuaikan dengan spesifikasi yang dibutuhkan oleh *offtaker*, dan fasilitas RDF wajib melakukan uji laboratorium terhadap sampel produk hasil proses untuk memastikan bahwa *output*-nya memenuhi standar yang telah ditetapkan. Jaminan kualitas ini menjadi sangat penting bagi perusahaan pengelola fasilitas RDF dan para *offtaker*, karena standar RDF dirancang untuk memastikan bahwa produk akhir dapat memenuhi kebutuhan industri. Selain itu, jaminan kualitas juga diperlukan untuk memenuhi ketentuan di bidang lingkungan, dengan memastikan emisi udara hasil pembakaran RDF berada di bawah ambang batas sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku. Namun, saat ini, pasar RDF di Indonesia masih lemah, sehingga belum ada *benchmark* yang memadai untuk proses penetapan harga, yang menjadi tantangan dalam mendorong pertumbuhan dan penerimaan RDF di pasar.

Harga RDF

Aspek persaingan dengan sumber energi lain menunjukkan bahwa harga RDF berkorelasi langsung dengan kualitasnya, yang meliputi faktor-faktor seperti nilai kalor, kadar air, kadar abu, kadar sulfur, dan klorin. Meskipun demikian, tantangan utama yang dihadapi adalah keekonomian EBT termasuk RDF, yang secara umum masih lebih mahal dibandingkan dengan energi fosil. Salah satu penyebab kondisi ini adalah adanya subsidi yang masih diterima oleh energi fosil, seperti yang diungkap dalam kajian Bappenas (2022) mengenai *offtaker* RDF. Meskipun demikian, keseimbangan harga RDF dapat lebih kompetitif ketika dibandingkan dengan batu bara, terutama jika kualitas RDF memenuhi SNI bahkan lebih baik. Namun, pasar energi yang lebih luas, termasuk energi fosil, biomassa, dan energi terbarukan lainnya, dapat menjadi pesaing bagi RDF, mempengaruhi harga dan permintaan produk tersebut. Biaya energi dan harga pasar yang lebih rendah dapat berdampak negatif pada penyerapan RDF, karena RDF dirancang sebagai pengganti bahan bakar fosil, sehingga bersaing langsung dalam hal harga. Saat ini, pasar RDF masih dalam tahap perkembangan, dengan permintaan dan harga jual yang belum stabil, yang menambah risiko investasi dalam sektor ini.

Aspek Penguatan Infrastruktur dan Distribusi

Aspek ini penting untuk memastikan aksesibilitas dan efisiensi dalam menyalurkan RDF ke konsumen. Hal ini mencakup pertimbangan terhadap kondisi jalan, jarak, dan biaya transportasi yang dapat mempengaruhi kelancaran distribusi. Kedekatan antara *offtaker* industri semen, dengan fasilitas pengolahan sampah RDF Plant memberikan keuntungan tersendiri, karena memudahkan operator dan pihak *offtaker* dalam mengakses pasokan RDF.

Untuk mendukung pengembangan dan penguatan infrastruktur, pengembangan akses bagi masyarakat terhadap RDF juga menjadi fokus, termasuk membangun infrastruktur pendukung seperti transportasi, penyimpanan sementara, dan distribusi yang dapat mewujudkan pasar yang efisien serta memenuhi kebutuhan dalam negeri secara berkesinambungan.

3.3.3 Aspek Skema dan Mekanisme Insentif

Kebijakan insentif fiskal dan non-fiskal merupakan instrumen penting dalam mendorong implementasi teknologi inovatif seperti RDF yang mengintegrasikan efisiensi energi dan pengelolaan sampah secara berkelanjutan. Namun, analisis terhadap kondisi saat ini menunjukkan bahwa insentif untuk pemanfaatan RDF belum terbentuk secara spesifik di tingkat nasional maupun daerah. Hal ini menyebabkan rendahnya adopsi RDF oleh pelaku usaha dan Pemerintah Daerah, meskipun potensi teknologi ini sangat strategis dalam transisi menuju energi berkelanjutan dan pengelolaan sampah ramah lingkungan.

Pada tingkat nasional, Pemerintah sebenarnya telah menetapkan 17 sektor usaha yang layak mendapatkan insentif fiskal dan non-fiskal, termasuk sektor Lingkungan Hidup dan Kehutanan serta Energi dan Sumber Daya Mineral³⁵. Namun, teknologi RDF belum secara eksplisit masuk dalam skema ini, sehingga pelaku usaha yang ingin berinvestasi atau menggunakan RDF tidak mendapatkan dorongan atau insentif yang cukup. Salah satu contoh adalah Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan (PROPER), di mana efisiensi energi yang dapat mencakup penggunaan RDF hanya masuk dalam kriteria *beyond compliance* dan tidak bersifat wajib. Hal ini menurunkan urgensi bagi perusahaan untuk mengintegrasikan RDF sebagai bagian dari strategi bisnis mereka.

Insentif fiskal seperti *tax holiday* untuk industri pionir yang mengembangkan RDF, pembebasan bea masuk atas peralatan teknologi RDF, subsidi untuk pengurangan emisi karbon, dan pembebasan PPN atas penjualan RDF dapat menjadi langkah strategis untuk menarik minat sektor swasta. Selain itu, skema insentif tambahan seperti pengurangan pajak hingga 300% untuk kegiatan riset dan pengembangan serta pelatihan tenaga kerja dapat memperkuat ekosistem RDF di Indonesia. Pertimbangan pemberian insentif hingga 300% adalah untuk mendorong perusahaan agar lebih aktif dalam kegiatan R&D yang menghasilkan inovasi, teknologi baru, dan transfer teknologi yang dapat meningkatkan daya saing industri nasional sebagaimana diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2019 dan diperkuat oleh Peraturan Menteri Keuangan Nomor 153 Tahun 2020. Skema ini juga telah diterapkan di sektor industri farmasi di Indonesia dengan memberikan pengurangan penghasilan bruto sebesar 100% dari biaya R&D, ditambah hingga 200% jika kegiatan tersebut menghasilkan paten, mencapai tahap komersialisasi, atau dilakukan melalui kerja sama dengan lembaga penelitian atau perguruan tinggi di Indonesia. Negara lain seperti Malaysia, Singapura, dan Uni Eropa, juga memberi *super tax deduction* atau *green investment tax allowances* untuk proyek-proyek energi terbarukan dan efisiensi energi hingga 200%-300%. Kebijakan tersebut harus dipadukan dengan skema perdagangan karbon yang efektif, di mana pelaku usaha dapat memanfaatkan kredit karbon dari penggunaan RDF untuk mendukung kinerja keuangan mereka.

Di sisi non-fiskal, insentif berupa kemudahan perizinan berbasis risiko melalui sistem *online single submission* (OSS) dan penyediaan fasilitas pendukung seperti *sorting* limbah di dekat TPA besar akan sangat membantu dalam operasionalisasi RDF. Pemerintah juga dapat mendorong kontrak pengadaan energi berbasis RDF antara perusahaan penyedia RDF dan entitas pengguna, seperti PLN atau Badan Usaha Milik Negara (BUMN) energi lainnya, untuk menciptakan pasar yang stabil. Regulasi lokal juga harus diselaraskan dengan mekanisme global seperti *clean development mechanism* (CDM) dan Pasal 6 Perjanjian Paris untuk memastikan kompatibilitas dalam perdagangan karbon internasional.

Di tingkat Pemerintah Daerah, kesenjangan terlihat dari rendahnya inisiatif penerapan RDF. Saat ini, baru beberapa daerah seperti Kabupaten Banyumas dan Kabupaten Sleman yang telah mengimplementasikan RDF dengan pendanaan APBD. Namun, kapasitasnya

³⁵ Peraturan Badan Koordinasi Penanaman Modal Nomor 4 Tahun 2021.

masih kecil, dan insentif yang diperoleh Pemerintah Daerah hanya mencakup bantuan biaya investasi RDF (CAPEX) yang berada di lokasi prioritas Pemerintah Pusat. Seharusnya Pemerintah Daerah yang berhasil mengimplementasikan RDF layak mendapatkan bantuan biaya operasional (OPEX) serta akses ke pasar perdagangan karbon atau dapat diberikan insentif non-fiskal, seperti penghargaan internasional untuk Pemerintah Daerah yang berhasil mengelola RDF, juga dapat menjadi langkah untuk memotivasi daerah lain mengikuti jejak mereka.

Kesenjangan ini menunjukkan perlunya penyusunan kebijakan insentif yang lebih komprehensif dan terintegrasi. Penyediaan insentif fiskal yang tepat sasaran, seperti subsidi langsung untuk RDF, serta insentif non-fiskal berupa kemudahan regulasi dan dukungan infrastruktur, akan menciptakan ekosistem yang lebih kondusif. Hal ini membutuhkan kolaborasi erat antara Pemerintah Pusat, daerah, swasta, dan masyarakat untuk memastikan keberlanjutan dan keberhasilan implementasi RDF di Indonesia.

3.3.4 Aspek Peningkatan Kapasitas

Sejak RDF mulai digunakan dalam pengolahan sampah di Indonesia pada tahun 2020, berbagai Kabupaten/Kota telah menerapkan RDF dalam pengelolaan sampahnya. Namun, pada tahun 2024, hanya sekitar 28% yang berfungsi dengan baik, sedangkan selebihnya sudah tidak berfungsi atau tidak berfungsi secara optimal. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun teknologi RDF dinilai sederhana dan mudah dioperasikan, kapasitas pelaku dalam pengelolaannya masih terbatas, sehingga tidak dapat berkelanjutan.

Saat ini, belum ada mekanisme dan institusi yang secara khusus memberikan layanan peningkatan kapasitas bagi pelaku penyediaan, pengelolaan, dan pemanfaatan RDF. Inisiatif peningkatan kapasitas melalui pendampingan, bimbingan teknis, dan pelatihan umumnya masih dilakukan dalam skema proyek dengan durasi waktu terbatas. Contohnya, program ISWMP dan proyek RDFact yang dilaksanakan oleh RDI (Resilience Development Initiative) telah melakukan beberapa pelatihan bagi Pemerintah Daerah untuk meningkatkan kapasitas mereka.

Mekanisme dan institusi yang tersedia untuk peningkatan kapasitas dalam pengelolaan RDF masih belum memadai, yang menyebabkan rendahnya kualitas sumber daya manusia (SDM) serta kurangnya keterampilan dalam pengelolaan dan pemanfaatan RDF. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan program pelatihan yang lebih terstruktur dan komprehensif, serta dukungan Pemerintah untuk meningkatkan kapasitas SDM di bidang ini.

Selain itu, fasilitasi pengembangan dan pertukaran pengetahuan melalui mekanisme *knowledge management* juga diperlukan untuk mendukung penerapan RDF ke depan. Pertukaran informasi dan pengetahuan ini akan mempercepat pengembangan teknologi RDF sebagai strategi dekarbonisasi yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk sektor swasta, organisasi nirlaba, lembaga penelitian, akademisi, Pemerintah, lembaga keuangan, dan organisasi masyarakat. Dengan demikian, pemahaman mereka tentang teknologi konversi sampah menjadi energi, termasuk aspek teknis, sosial, lingkungan, ekonomi, model bisnis, dan opsi pendanaan yang tersedia, dapat meningkat.

3.3.5 Aspek Riset dan Pengembangan

Saat ini pengeluaran untuk R&D Indonesia masih relatif masih rendah dan masih banyak yang harus dilakukan untuk membenahi ekosistem riset. Proporsi anggaran riset Pemerintah terhadap PDB masih relatif kecil yaitu sebesar 0,28% pada tahun 2021. Proporsi anggaran riset tersebut ditargetkan mencapai masing-masing 0.42% dan 0.63% pada

tahun 2024 dan 2030³⁶. Badan Riset dan Inovasi Indonesia telah melakukan beberapa riset terkait, antara lain riset optimasi peningkatan homogenitas dan nilai kalor bahan bakar sampah antara seperti RDF dan SRF, riset terkait tekno-ekonomi pengolahan proses termal dan evaluasi lingkungan pada pengelolaan sampah proses termal, riset dan inovasi teknologi RDF Dalam Pengelolaan Sampah Kota dan kerja Sama dengan Perusahaan Swasta 1 September 2022 - 31 Desember 2023. Namun, hingga saat ini belum terdapat publikasi resmi yang tersedia mengenai hasil riset-riset tersebut.

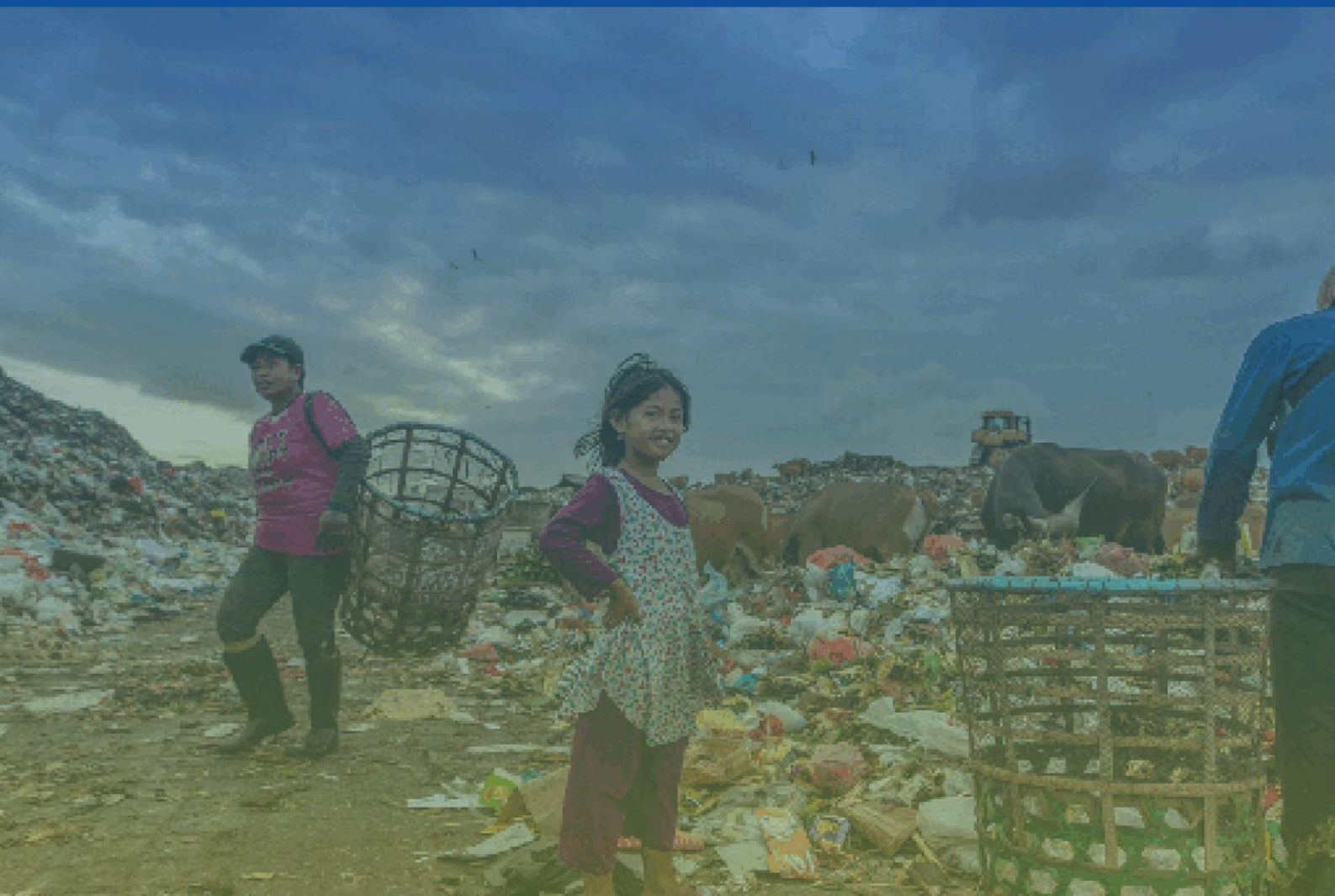
Anggaran riset dan pengembangan untuk teknologi RDF di Indonesia masih relatif rendah dibandingkan dengan negara-negara lain. Hal ini menghambat inovasi teknologi dan pengembangan pasar RDF. Peningkatan anggaran R&D, kerja sama antar lembaga riset, dan dukungan Pemerintah menjadi penting untuk meningkatkan kapasitas riset dan pengembangan teknologi RDF. Kolaborasi yang efektif antar lembaga penelitian, industri, dan Pemerintah sangat diperlukan guna mencapai target proporsi anggaran riset terhadap PDB.

Di sisi lain, keberadaan Badan Riset Inovasi Daerah (BRIDA) sebagai bagian dari sistem kelembagaan riset di daerah belum menunjukkan efektivitas yang optimal. Saat ini, BRIDA belum mampu berperan secara maksimal dalam menyediakan kajian yang dibutuhkan oleh pemerintah daerah. Keterbatasan kapasitas, sumber daya, serta koordinasi antar tingkat pemerintahan menjadi tantangan utama dalam penguatan peran BRIDA. Akibatnya, saat ini belum dapat terlihat secara efektif dalam penyusunan kajian yang diperlukan sebagai dasar pengambilan keputusan pengembangan teknologi RDF di tingkat daerah.

³⁶ Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas, "*Peta Jalan SDGs 2023-2030*", 2024.

04.

Rekomendasi untuk Perencanaan dan Implementasi RDF



Berdasarkan analisis kesenjangan yang telah diuraikan sebelumnya, terdapat berbagai tantangan dalam implementasi RDF di Indonesia, mulai dari belum terbentuknya *demand* yang stabil, ketidaksesuaian antara lokasi fasilitas RDF dan kebutuhan industri pengguna, hingga keterbatasan regulasi serta skema insentif yang dapat mendorong pemanfaatan RDF secara lebih luas. Rekomendasi ini disusun sebagai strategi untuk memastikan RDF dapat diadopsi secara efektif di berbagai wilayah.

Salah satu rekomendasi kunci untuk perluasan RDF adalah pemilihan lokasi yang tepat untuk pembangunan fasilitasnya. Penyediaan sarana RDF harus mempertimbangkan beberapa aspek utama agar fasilitas yang dibangun dapat beroperasi secara optimal dan berkontribusi terhadap pengurangan sampah yang masuk ke TPA. Fasilitas RDF sebaiknya:

- Dibangun di wilayah dengan permasalahan sampah yang urgen dan perlu segera ditanggapi, sehingga dapat berfungsi sebagai solusi yang signifikan dalam mengurangi timbulan sampah.
- Diterapkan di daerah yang memenuhi kriteria, yaitu daerah dengan keterbatasan lahan TPA dan tingginya volume timbulan sampah, sehingga RDF dapat menjadi opsi yang tepat.
- Memiliki industri *offtaker* yang siap menyerap RDF sebagai bahan bakar alternatif, sehingga produksi RDF dapat berjalan kontinu dan tidak menyisakan RDF yang tidak terserap pasar.

Saat ini, *demand* (sisi permintaan/pemanfaatan) untuk RDF masih terbatas karena belum adanya kebijakan yang secara eksplisit mendorong industri untuk memanfaatkannya. Untuk meningkatkan permintaan RDF, diperlukan beberapa intervensi, seperti:

- Pemandatan penggunaan RDF dalam regulasi, baik dalam bentuk peta jalan, kebijakan energi, maupun peraturan spesifik untuk sektor industri yang dapat menggunakan RDF.
- Penyediaan skema insentif yang menarik bagi industri, seperti pengurangan pajak, subsidi harga RDF, atau mekanisme kredit karbon dan mekanisme *green bond* yang dapat meningkatkan daya saing RDF dibandingkan bahan bakar fosil yang masih disubsidi.

Selain dari sisi permintaan, aspek produksi RDF juga harus diperkuat untuk memastikan keberlanjutan sistemnya. RDF yang dihasilkan harus memiliki standar kualitas yang jelas, pasokan yang terjaga, dan harga kompetitif. Hal ini dapat dicapai melalui:

- Standarisasi kualitas RDF, sehingga industri dapat memastikan keseragaman bahan bakar yang digunakan.
- Menjaga kontinuitas pasokan RDF, dengan memastikan bahwa bahan baku tersedia dan dapat dikonversi menjadi RDF dalam jumlah yang stabil.
- Membuat harga RDF agar lebih kompetitif, sehingga RDF dapat bersaing dengan bahan bakar lainnya.
- Membangun perjanjian kerja sama jangka panjang antara produsen RDF dan industri pengguna, untuk memberikan kepastian bagi kedua belah pihak dan menghindari ketidakstabilan pasokan.

Rekomendasi ini dirancang untuk mengatasi kesenjangan yang telah diidentifikasi, dengan fokus pada aspek penyediaan fasilitas yang tepat

sasaran, peningkatan *demand*, serta penguatan sistem produksi dan distribusi RDF. Untuk memastikan implementasi yang efektif, diusulkan tahapan perluasan RDF dengan *milestone* yang jelas, sehingga pengembangannya dapat dilakukan secara bertahap berdasarkan kesiapan infrastruktur, regulasi, serta potensi pasar di setiap wilayah. Selanjutnya, setiap rekomendasi akan dibahas lebih rinci dalam sub bab berikut, yang akan menguraikan strategi implementasi pada masing-masing aspek secara lebih mendalam.

Rekomendasi Kunci

Aktor

1

Penerapan dan perluasan RDF harus dilakukan dengan dorongan kebijakan (*policy-driven*), kebijakan yang diperlukan:

- Undang-Undang EBT, yang saat ini masih dalam bentuk Rancangan Undang-Undang.
- Revisi Peraturan Presiden Nomor 35 Tahun 2018, dengan memasukkan opsi teknologi lain dalam WtE termasuk RDF.
- Memperbaharui (*update*) Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang Jakstranas, menjadi Rancangan Peraturan Presiden tentang Transformasi Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Kementerian PPN/Bappenas

Kementerian Lingkungan Hidup

2

Penyediaan fasilitas RDF harus berdasarkan:

- Urgensi permasalahan sampah.
- Ketersediaan/potensi pemanfaat (*offtaker*), dengan melakukan pemetaan *offtaker*.
- Skala ekonomi, dengan referensi RDF Cilacap min. 120 ton/hari (diperlukan kajian lebih lanjut).

Kementerian PPN/Bappenas

Kementerian Pekerjaan Umum

Kementerian Lingkungan Hidup

Pemerintah Daerah

3

Penyediaan (*supply*) dan pemanfaatan (*demand*) RDF, harus mempertimbangkan:

- Standarisasi kualitas produk.
- Nilai kompetitif dengan sumber EBT lain melalui formulasi harga.
- Ketersediaan teknologi industri pemanfaat.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Kementerian Perindustrian

Kementerian Pekerjaan Umum

Kementerian Dalam Negeri

4

Pemanfaatan RDF harus dilindungi oleh perjanjian kerja sama dengan durasi panjang yang mempertimbangkan pengembalian investasi.

Kementerian Perindustrian

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Kementerian Dalam Negeri

5

RDF masuk menjadi bagian dari ekonomi sirkular melalui Peraturan Presiden tentang Ekonomi Sirkular untuk membuka potensi dukungan dari sektor industri yang lebih luas.

Kementerian PPN/Bappenas

Kementerian Lingkungan Hidup

6

Peningkatan pemanfaatan RDF (*demand*) oleh industri (*offtaker*), dilakukan melalui:

- Pemandatan melalui regulasi oleh Kementerian Teknis (dimulai dari BUMN mulai pada tahun 2030).
- Penyediaan skema dan mekanisme insentif.

Kementerian PPN/Bappenas

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

Kementerian Perindustrian

Kementerian Keuangan

Kementerian Lingkungan Hidup

Kementerian Badan Usaha Milik Negara

Gambar 4.1 Rekomendasi Kunci Upaya Perluasan RDF di Indonesia

4.1 Rekomendasi Penyediaan RDF

Penyediaan fasilitas RDF di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan, mulai dari aspek kelembagaan, infrastruktur, perencanaan, pembiayaan, serta perlindungan lingkungan dan sosial. Keberlanjutan sistem RDF bergantung pada kebijakan yang jelas, kapasitas infrastruktur yang memadai, serta skema pembiayaan yang melibatkan lebih banyak pihak, termasuk sektor swasta. Untuk memastikan kelancaran pengoperasian dan kesinambungan pasokan RDF, diperlukan langkah-langkah strategis yang mencakup aspek regulasi, standar teknis, perencanaan, serta mekanisme pembiayaan yang lebih fleksibel dan inovatif. Gambar berikut merangkum rekomendasi yang dapat diterapkan untuk memperkuat penyediaan RDF, dengan aktor yang ditandai dengan ☆ mengindikasikan penanggung jawab utama pada rekomendasi tersebut.



Tata Kelola

Kesenjangan	Rekomendasi	Aktor
<ul style="list-style-type: none"> Belum ada kebijakan dan pedoman untuk menentukan entitas dan bentuk lembaga pengelola RDF. Belum ada <i>tools</i> pemantauan kinerja pengelola RDF. 	<p>Menyusun pedoman penentuan bentuk entitas/lembaga pengelola RDF, Pemerintah Daerah (min. UPTD-BLUD) atau swasta, dengan mempertimbangkan kapasitas, teknologi dan kebutuhan <i>offtaker</i>.</p> <p>Menyusun panduan penilaian kinerja pengelolaan RDF.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☆ Kementerian Dalam Negeri Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian Perindustrian
Sebagian besar TPST RDF belum menunjukkan keandalan operasional dan peralatan (belum beroperasi optimal sesuai kapasitas desain untuk mengolah sampah tercampur dan memproduksi RDF sesuai spesifikasi <i>offtaker</i>).	<p>Menyusun pedoman penilaian kinerja pengelolaan RDF, dengan melihat parameter sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> Jenis teknologi; Keberfungsian (kriteria operasi sistem dan peralatan); Jumlah produksi RDF; Persentase produksi dari kapasitas desain (<i>idle capacity</i>); Pemenuhan biaya CAPEX dan OPEX; Entitas pengelola; Pemanfaat (<i>offtaker</i>); Persentase penyerapan RDF; Pemenuhan target hari operasi. <p>REKOMENDASI PENYEDIAAN ASPEK INFRASTRUKTUR & TEKNOLOGI</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☆ Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Dalam Negeri
	<p>Mengembangkan mekanisme pelaporan kinerja dan memasukkannya ke dalam parameter yang dipantau dalam SIINSAN. Contoh: lokasi, kapasitas, status (beroperasi/tidak beroperasi/rusak).</p> <p>REKOMENDASI PENYEDIAAN ASPEK INFRASTRUKTUR & TEKNOLOGI</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☆ Kementerian Pekerjaan Umum ☆ Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Dalam Negeri
	<p>Mengembangkan panduan penyusunan SOP operasi dan pemeliharaan sistem dan peralatan.</p> <p>REKOMENDASI PENYEDIAAN ASPEK INFRASTRUKTUR & TEKNOLOGI</p>	<ul style="list-style-type: none"> ☆ Kementerian Pekerjaan Umum Pemerintah Daerah Operator RDF
Belum ada pedoman terkait pengaturan dan pengelolaan kerja sama dalam pengelolaan RDF, untuk mendukung pemanfaatan RDF yang telah diproduksi. Pada umumnya yang dimiliki Pemerintah Daerah di fase perencanaan adalah MoU.	<p>Menyusun pedoman pengaturan dan pengelolaan kerja sama dalam pengelolaan dan pemanfaatan RDF:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pihak mana saja yang harus mempunyai PKS; Apa saja yang diatur dalam PKS; Pada fase mana, misalnya dapat dilakukan saat penyediaan infrastruktur dan teknologi selesai dilakukan; Jangka waktu PKS. 	<ul style="list-style-type: none"> ☆ Kementerian Dalam Negeri Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Perindustrian

Gambar 4.2 Rekomendasi Penyediaan RDF pada Aspek Tata Kelola



Perencanaan

Kesenjangan	Rekomendasi	Aktor
Belum semua kabupaten/kota memiliki dokumen perencanaan pengelolaan sampah yang mencakup proyek RDF.	<ul style="list-style-type: none"> Memastikan proyek RDF masuk dalam <i>masterplan</i> pengelolaan sampah atau Rencana Induk Pengelolaan Sampah (RIPS) di tingkat Kabupaten/Kota dan disinkronkan dengan RPJPD, RPJMD, serta Jakstrada. Menyediakan pedoman dan pendampingan teknis bagi Pemerintah Daerah dalam penyusunan dokumen perencanaan RDF. 	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Dalam Negeri Kementerian PPN/Bappenas Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Lingkungan Hidup Pemerintah Daerah

Gambar 4.3 Rekomendasi Penyediaan RDF pada Aspek Perencanaan



Pembiayaan

Kesenjangan	Rekomendasi	Aktor
<ul style="list-style-type: none"> Biaya operasi & pemeliharaan untuk produksi RDF per ton belum dapat mencapai prinsip FCR/BEP untuk keberlanjutan pengoperasian RDF Plant. Pendanaan RDF masih bergantung pada sumber dana Pemerintah, sementara keterlibatan sektor swasta dalam skema pembiayaan masih terbatas. Rendahnya alokasi anggaran untuk pengolahan sampah. Hanya 5 kota yang mengalokasikan lebih dari 2%, sedangkan telah teridentifikasi 50 daerah yang alokasi anggarannya hanya sebesar 0,7%. Belum ada dukungan <i>tipping fee</i> dapat menambah ketidakpastian keberlanjutan operasi RDF, karena pendapatan utama masih bergantung pada penjualan RDF yang fluktuatif. 	<ul style="list-style-type: none"> Mengembangkan skema pembiayaan berbasis kerja sama Pemerintah dan swasta (KPBU). Memperluas akses pembiayaan berbasis <i>green finance</i>, seperti <i>sustainability-linked loans</i> dan <i>carbon credits</i>. Penerapan <i>green bond</i> sebagai instrumen pembiayaan berkelanjutan untuk menarik investor. 	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Keuangan Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Pekerjaan Umum Otoritas Jasa Keuangan Bank Indonesia
	Menyusun petunjuk pelaksanaan perhitungan biaya OPEX RDF dari Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 7 Tahun 2021 tentang Tata Cara Perhitungan Tarif Retribusi dalam Penyelenggaraan Penanganan Sampah, untuk memberikan referensi kepada Pemerintah Daerah dengan kemampuan fiskal yang berbeda.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Dalam Negeri Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Pekerjaan Umum Mitra Pembangunan Pemerintah Daerah
	Menyusun pedoman tentang penentuan: <ul style="list-style-type: none"> <i>tipping fee</i> untuk RDF BLPS untuk RDF 	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Dalam Negeri Kementerian PPN/Bappenas Kementerian Keuangan Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Pekerjaan Umum
	Memasukkan pengelolaan sampah dalam urusan wajib yang masuk dalam pelayanan dasar Pemerintah Daerah dan diatur dalam SPM.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Dalam Negeri Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Lingkungan Hidup
	Mendorong persentase minimum APBD untuk sektor pengelolaan sampah untuk memenuhi prinsip pengelolaan sampah seperti yang diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Dalam Negeri Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Lingkungan Hidup

Gambar 4.4 Rekomendasi Penyediaan RDF pada Aspek Pembiayaan



Infrastruktur dan Teknologi

Kesenjangan	Rekomendasi	Aktor
<ul style="list-style-type: none"> Variasi konfigurasi dan jenis peralatan yang luas dapat mendorong inovasi, namun di sisi lain dapat meningkatkan ketidakpastian hasil rancangan. Kurangnya kepastian kompetensi perancang dalam menyusun konfigurasi RDF berisiko menyebabkan kegagalan mencapai target operasi. 	Menyusun pedoman rancangan teknologi RDF sebagai rujukan penahapan dalam membuat rancangan, terdiri dari <i>flow</i> proses, penentuan konfigurasi dan seleksi peralatan RDF.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Perindustrian Badan Riset dan Inovasi Nasional
	Mengembangkan mekanisme evaluasi teknologi dan menyusun kriteria evaluasi rancangan teknologi RDF berdasarkan kebutuhan kabupaten/kota.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Pekerjaan Umum Badan Riset dan Inovasi Nasional
	<ul style="list-style-type: none"> Mengembangkan standar kompetensi dan prosedur sertifikasi perancang teknologi RDF dalam mendesain konfigurasi dan memilih peralatan. Memastikan bahwa pihak-pihak yang terlibat dalam setiap tahap perencanaan dan konstruksi RDF telah dievaluasi berdasarkan keahlian yang sesuai. 	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Ketenagakerjaan Lembaga Kebijakan Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah Badan Nasional Sertifikasi Profesi Lembaga Sertifikasi Profesi
<ul style="list-style-type: none"> Keberlanjutan pasokan RDF belum terjamin, dan fasilitas TPST masih kurang untuk memenuhi kebutuhan <i>offtaker</i>. Industri potensial ada di beberapa daerah, tetapi fasilitas RDF belum tersedia, belum optimal, atau kapasitasnya belum mencukupi. 	Memetakan secara detail jumlah, kapasitas, dan kondisi fasilitas RDF beserta sebarannya dikaitkan dengan potensial <i>offtaker</i> sebagai dasar untuk melakukan perhitungan kebutuhan penambahan kapasitas infrastruktur RDF, kebutuhan membangun fasilitas baru dan/atau modernisasi fasilitas eksisting.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Lingkungan Hidup Pemerintah Daerah
	Melakukan modernisasi dan revitalisasi fasilitas RDF yang sudah rusak, tidak beroperasi, atau beroperasi namun belum optimal. Revitalisasi termasuk dilakukan terhadap TPS/TPS 3R yang menjadi sumber bahan baku RDF sesuai kebutuhan wilayah.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Pekerjaan Umum Pemerintah Daerah
<p>Dari 22 fasilitas RDF, lebih dari 70 persen yang belum menunjukkan keandalan operasional yaitu mampu beroperasi sesuai kapasitas desain secara kontinyu dan memproduksi RDF sesuai target produksi dan kualitas yang dipersyaratkan <i>offtaker</i>.</p>	Menyusun pedoman evaluasi kinerja fasilitas RDF dengan berbagai parameter serta perbandingan kinerja spesifik dengan fasilitas RDF lainnya.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Pekerjaan Umum Badan Riset dan Inovasi Nasional
	Melakukan evaluasi teknis terhadap fasilitas RDF yang telah beroperasi secara berkala untuk memantau keandalan sistem serta pemenuhan terhadap baku mutu lingkungan.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Lingkungan Hidup
	Mengembangkan panduan penyusunan SOP operasi dan pemeliharaan sistem dan peralatan.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Pekerjaan Umum Pemerintah Daerah Operator RDF
	Mengembangkan mekanisme pendampingan selama transisi kepemilikan fasilitas RDF dalam periode tertentu, termasuk pelibatan penyedia teknologi untuk mendukung OM dan kebutuhan suku cadang dan perbaikan dalam periode tertentu.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Lingkungan Hidup
	Mengembangkan mekanisme pelaporan kinerja fasilitas RDF.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Dalam Negeri
Konektivitas jaringan distribusi RDF masih belum optimal.	Pengembangan sistem transportasi dan distribusi yang terintegrasi dan efisien menjadi kunci untuk meningkatkan pemanfaatan RDF sebagai bahan bakar alternatif.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Pekerjaan Umum Pemerintah Daerah
Fasilitas yang telah didesain untuk memproduksi RDF untuk industri tertentu, menjadi kurang fleksibel untuk memproduksi RDF dengan spesifikasi berbeda untuk industri lain.	Mengembangkan sistem informasi yang memetakan potensi <i>offtaker</i> RDF di berbagai daerah beserta spesifikasi yang dibutuhkan.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian PPN/Bappenas Kementerian Perindustrian Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian Pekerjaan Umum

Gambar 4.5 Rekomendasi Penyediaan RDF pada Aspek Infrastruktur dan Teknologi



Perlindungan Lingkungan dan Sosial

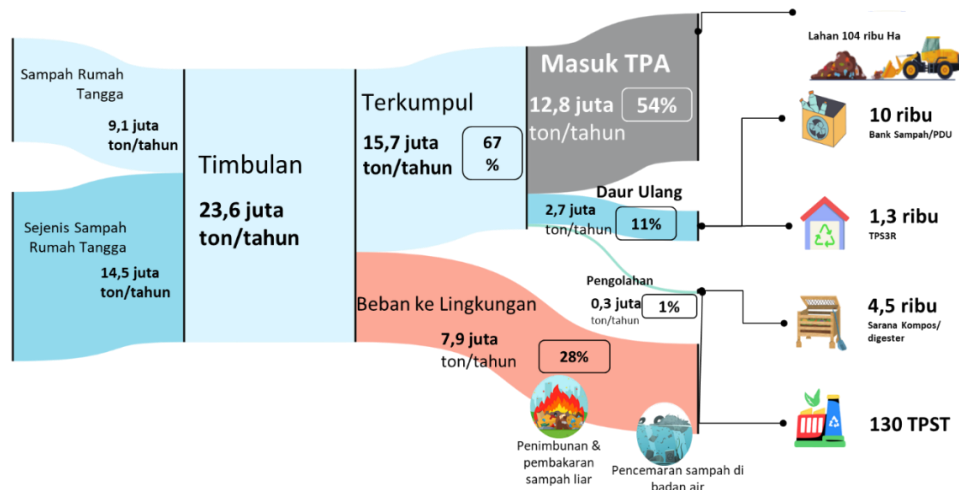
Kesenjangan	Rekomendasi	Aktor
Belum tersedia pedoman khusus bagi Pemerintah Daerah untuk menghitung penurunan emisi GRK, termasuk emisi metana, dari aktivitas pengolahan sampah menjadi RDF.	Pemerintah Daerah perlu dilatih dan diberikan pedoman dalam menghitung pengurangan emisi, termasuk emisi metana.	<div>Kementerian Lingkungan Hidup</div>
Belum ada sistem pelaporan dan audit yang terstandarisasi dan berkala terhadap aspek lingkungan dan sosial.	Mengembangkan pedoman dan pelatihan bagi Pemerintah Daerah tentang perhitungan estimasi pengurangan emisi GRK dari aktivitas pengolahan sampah menjadi RDF.	<div>Kementerian Lingkungan Hidup</div> <div>Kementerian Dalam Negeri</div> <div>Kementerian PPN/Bappenas</div>
Kurangnya keterlibatan masyarakat secara formal dan terbatasnya edukasi mengenai manfaat RDF.	<ul style="list-style-type: none"> Mengembangkan panduan dan skema <i>green jobs</i> serta kesetaraan gender pada aktivitas produksi RDF, serta memastikan adanya pelibatan masyarakat, misalnya pada proses pengumpulan atau pemilahan sampah Mengembangkan strategi edukasi masyarakat dan mitigasi konflik sosial. 	<div>Kementerian PPN/Bappenas</div> <div>Mitra Pembangunan</div>

Gambar 4.6 Rekomendasi Penyediaan RDF pada Aspek Perlindungan Lingkungan dan Sosial

4.1.1 Aspek Tata Kelola

Pada tahun 2022, diperkirakan hanya 1% sampah yang terolah, sebagian besar sampah yang terkumpul berakhir di TPA atau sebesar 54%. Kondisi ini membuat banyak TPA mengalami kelebihan kapasitas. Kemampuan dan daya tampung dan daya dukung TPA secara nasional diproyeksikan akan penuh pada tahun 2028 atau bahkan lebih cepat³⁷. Oleh karena itu, meningkatkan porsi sampah yang diolah menjadi hal yang penting dilakukan untuk mengurangi beban ke TPA. Berbagai opsi teknologi pengolahan sampah telah diperkenalkan di Indonesia, seperti pengolahan secara biologis (pengomposan, BSF) atau termal (Insinerasi, PSEL, SRF dan RDF). Namun, keberhasilan dan keberlanjutannya dipengaruhi bagaimana fasilitas pengolahan sampah tersebut dikelola.

³⁷ Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2025-2029



Gambar 4.7 Kondisi Pengelolaan Sampah Nasional Tahun 2022

Sumber: Kementerian PPN/Bappenas, 2023

Rekomendasi dalam aspek tata kelola mencakup kelembagaan, pengelola fasilitas RDF, dan pengaturan perjanjian kerja sama.

Kelembagaan

Analisis kesenjangan memperlihatkan bahwa faktor entitas dan bentuk lembaga pengelola bukan faktor determinan yang berpengaruh pada keberfungsian dan keberlanjutan fasilitas RDF. Namun, penentuan entitas dan bentuk lembaga pengelola RDF tetap perlu menjadi pertimbangan untuk memastikan keberfungsian dan keberlanjutan mengingat bentuk lembaga memiliki kelebihan dan kekurangan. Diskusi tim kajian dengan Direktur Pengelolaan Sampah, Kementerian Lingkungan Hidup merekomendasikan fasilitas dengan kapasitas besar³⁸ sebaiknya dikelola oleh swasta (*offtaker*/pihak ketiga) dengan pertimbangan kompleksitas pengoperasian dan kapasitas pengelolaan. Diskusi dengan Asosiasi Semen Indonesia merekomendasikan RDF dikelola oleh *offtaker* atau pemanfaat RDF dengan pertimbangan kemampuan, *skill*, dan standar operasi yang baik.

Selain dari itu, lembaga yang dikelola Pemerintah disarankan minimal berbentuk UPTD (Unit Pengelola Teknis Daerah) dengan tata kelola BLUD (Badan Layanan Umum Daerah) yang memiliki kewenangan lebih besar terutama dalam pengelolaan keuangan. Walaupun secara bentuk BUMD (Badan Usaha Milik Daerah) mempunyai kewenangan paling luas, hampir di semua aspek dapat mengatur sendiri, namun BUMD pada umumnya dibebani target PAD (pendapatan asli daerah) yang sering kali mengalahkan kebutuhan untuk investasi, perluasan, dan perbaikan layanan.

Tabel 4.1 Perbandingan Bentuk Lembaga Pengelola dan Penyedia Layanan di bawah Pemerintah Daerah

Aspek	UPTD Provinsi	UPTD Kab/Kota	BLUD	BUMD/PD
Inisiatif Pembentukan	Daerah	Daerah	Pusat & Daerah	Pusat & Daerah
Penetapan Status	Gubernur	Bupati/Walikota	Menteri/Kepala Daerah	Menteri/Kepala Daerah

³⁸ Sebagai referensi, fasilitas RDF Jeruklegi Kabupaten Cilacap dengan kapasitas 120 ton/hari dikelola oleh pihak *offtaker* yaitu PT. Solusi Bangun Indonesia.

Aspek	UPTD Provinsi	UPTD Kab/Kota	BLUD	BUMD/PD
Risiko Usaha	Provinsi + Kab/Kota	Kab/Kota	Daerah	Daerah
Pengambilan Keputusan	Tidak Independen	Tidak Independen	Independen	Sangat Independen
Keberlanjutan Layanan	Sedang	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
Pembagian Keuntungan	Ditetapkan Bersama Prov+Kab/Kota	Diatur Kab/Kota	Diatur Untuk Dipakai Sendiri	Diatur Untuk Modal Equity
O&M	Prov+Kab/Kota	Kabupaten/Kota	Dana Sendiri	Dana Sendiri
Biaya Investasi	APBD+APBN	APBD+APBN	Sebagian Penyertaan Modal Pemerintah	Penyertaan Modal Pemerintah
Kerja sama Pihak Ke-3	Sedang	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
SDM	ASN	ASN	ASN+Profesional	Profesional
Sumbangan ke PAD	-	-	Rendah-Sedang	Tinggi

Sumber: Pedoman Penyusunan Dokumen Administratif Penerapan Badan Layanan Umum Daerah (BLUD), Kementerian Dalam Negeri, 2021

Untuk membantu Pemerintah Daerah dan para pihak yang memberikan bantuan teknis dan dukungan dalam penerapan RDF, perlu disusun pedoman penentuan bentuk dan entitas lembaga pengelola RDF, dengan mempertimbangkan: kapasitas fasilitas RDF, teknologi yang digunakan, dan standar kualitas yang dibutuhkan oleh penerima manfaat atau *offtaker*. Rekomendasi dan pemilihan entitas dan bentuk kelembagaan pengelola RDF harus diidentifikasi saat penyusunan kajian kelayakan (*feasibility study*). Selain dari itu, untuk memantau kinerja lembaga pengelola RDF perlu disusun panduan penilaian kinerja pengelolaan RDF. Beberapa parameter yang dapat dipertimbangkan adalah keberfungsian sarana atau fasilitas RDF, jumlah produksi RDF, persentase produksi dari kapasitas desain fasilitas, persentase RDF yang diserap oleh pemanfaat/*offtaker*, pemenuhan CAPEX dan biaya operasi dan pemeliharaan (OPEX), dan parameter penting lainnya. Penilaian dan pemantauan kinerja harus dilakukan secara berkala misalnya 1 tahun sekali. Hasil pemantauan kinerja RDF direkomendasikan untuk masuk ke dalam portal pemantauan sektor pengelolaan sampah yang telah ada seperti SIINSAN yang dikelola oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan SIPSN yang dikelola oleh Kementerian Lingkungan Hidup.

Perjanjian Kerja Sama

Perjanjian kerja sama memberikan kepastian terhadap pengelolaan dan produksi RDF, sehingga merupakan faktor penting dalam tata kelola RDF. Saat ini, pemanfaatan RDF oleh industri pada umumnya sudah dipayungi oleh perjanjian kerja sama antara Pemerintah Daerah dan industri, namun perjanjian kerja sama antara pengelola RDF dengan Pemerintah Daerah pada umumnya baru diterapkan untuk pengelolaan yang menggunakan mekanisme KPB atau kerja sama operasi. Pengelolaan RDF yang tidak dipayungi perjanjian kerja sama dengan Pemerintah Daerah sebagai penyedia sampah dan pemberi kontribusi biaya pengelolaan RDF dalam bentuk *tipping fee* membuat risiko hanya berada pada pihak pengelola dan tidak terbagi pada para pihak yang terlibat.

Kontinuitas pasokan sampah berpengaruh langsung pada kontinuitas produksi RDF. Asosiasi Semen Indonesia menyatakan, pabrik semen memerlukan bahan bakar alternatif (BBA) dengan jumlah tertentu untuk memenuhi target TSR yang dibutuhkan dalam proses produksi. Jika pasokan RDF tidak mencukupi, industri semen akan mencampur dengan materi biomassa dan limbah lainnya untuk mengejar target BBA dan TSR. Sehingga, pasokan yang tidak kontinu akan berpengaruh pada fluktuasi biaya operasional produksi di industri.

Oleh karena itu, perjanjian kerja sama direkomendasikan untuk diterapkan dalam semua skema kelembagaan pengelola RDF, termasuk yang dikelola oleh Pemerintah Daerah yang dalam kajian ini merekomendasikan bentuknya minimal UPT-BLUD yang sudah mempunyai kewenangan untuk melakukan perjanjian kerja sama dengan pihak-pihak lain. Perjanjian kerja sama juga direkomendasikan dilakukan dengan penyedia mesin dan peralatan untuk memberikan dukungan perbaikan dan penyelesaian kendala (*trouble shooting*) yang di luar kapasitas pengelola. Beberapa fasilitas RDF ditemukan berhenti berproduksi karena kendala mesin dan peralatan yang tidak bisa diatasi oleh pengelola. Dalam penyusunannya, perjanjian kerja sama dapat mengacu pada Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2015 tentang Kerja Sama Pemerintah Daerah Badan Usaha dalam Penyediaan Infrastruktur

Kajian ini merekomendasikan perjanjian kerja sama dibuat antara para pihak dan untuk menjamin hal-hal sebagai berikut:

- a) Perjanjian kerja sama antara pengelola RDF dengan Pemerintah Daerah untuk memastikan kontinuitas pasokan sampah dan menjamin pemberian biaya kontribusi pengolahan sampah (*tipping fee*). Jika pengelola RDF adalah Pemerintah Daerah melalui UPT-BLUD direkomendasikan untuk membuat aturan terkait dalam bentuk peraturan atau surat keputusan yang dapat dikeluarkan oleh kepala daerah atau kepala dinas yang berwenang dalam pengelolaan sampah.
- b) Perjanjian kerja sama antara Pemerintah Daerah atau pengelola RDF dengan industri pemanfaat RDF. Perjanjian ini untuk menjamin jumlah yang diserap, kualitas produk, dan harga jual RDF yang disepakati.
- c) Perjanjian kerja sama dengan penyedia mesin dan peralatan RDF untuk memberikan dukungan perbaikan dan penyelesaian kendala (*trouble shooting*) bagi pengelola RDF.

Selain dari itu, perjanjian kerja sama (atau kontrak) direkomendasikan berdurasi panjang di atas 5 tahun yang setara umur desain sarana dan nilai investasi yang telah dikeluarkan. Untuk itu, diperlukan pedoman penyusunan perjanjian kerja sama (atau kontrak) yang memberikan referensi mengenai:

- a) Para pihak yang harus mempunyai perjanjian kerja sama;
- b) Hal-hal yang harus diatur dalam perjanjian kerja sama; dan
- c) Acuan dan referensi untuk menentukan hal-hal yang diatur dalam perjanjian kerja sama.

4.1.2 Aspek Perencanaan

Pembangunan fasilitas RDF di setiap daerah memerlukan perencanaan yang matang dan terintegrasi. Dokumen perencanaan proyek RDF harus tercantum dalam *masterplan* pengelolaan sampah daerah atau Rencana Induk Pengelolaan Sampah (RIPS) di tingkat kabupaten/kota dan selaras dengan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD), Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD), dan Rencana Kerja Pemerintah Daerah (RKPD). Proses sinkronisasi dan koordinasi keterpaduan program pembangunan infrastruktur telah dilakukan melalui pembahasan dan penelaahan di

tingkat kabupaten/kota. Pemerintah Pusat dapat menyediakan pedoman dan memberikan pendampingan teknis kepada Pemerintah Daerah dalam penyusunan *masterplan*, studi kelayakan (FS), dan DED untuk pengembangan fasilitas RDF sesuai kebutuhan daerah masing-masing. Lebih lanjut, semua dokumen perencanaan proyek RDF, baik yang telah dibangun maupun yang akan dibangun, harus melalui proses *reviu* untuk memastikan kualitas dan kesesuaiannya. Untuk mengatasi kesenjangan tersebut, integrasi dokumen perencanaan proyek RDF dengan *masterplan* pengelolaan sampah di setiap daerah harus dilakukan.

Penyusunan *masterplan* yang komprehensif dan terintegrasi untuk pembangunan fasilitas RDF adalah langkah penting yang harus mencakup secara detail rencana pembangunan, termasuk lokasi, kapasitas, teknologi, dan jadwal pelaksanaan. Proses penyusunan *masterplan* ini harus melibatkan berbagai pemangku kepentingan, seperti Pemerintah Pusat dan daerah, industri, akademisi, dan masyarakat, guna memastikan keberhasilan dan relevansi rencana tersebut. Dalam konteks ini, penetapan prioritas pembangunan fasilitas RDF harus dilakukan berdasarkan kebutuhan daerah dan diintegrasikan dengan tujuan serta target *masterplan* pengelolaan sampah, sehingga pembangunan fasilitas RDF dapat berkontribusi pada pencapaian tujuan pengelolaan sampah secara keseluruhan.

Selain itu, analisis kebutuhan dan kelayakan untuk pembangunan fasilitas RDF harus dilaksanakan secara komprehensif dan terintegrasi dengan rencana pengelolaan sampah agar fasilitas yang dibangun sesuai dengan kebutuhan dan mampu beroperasi secara efektif dan efisien. Proses pengadaan lahan dan perizinan juga harus diintegrasikan dengan *masterplan* pengelolaan sampah untuk mempercepat dan mempermudah prosedur yang diperlukan. Penganggaran yang terencana dan terintegrasi sangat penting juga, agar ketersediaan dana terjamin dan menghindari keterlambatan atau kegagalan proyek. Terakhir, koordinasi dan kerja sama yang kuat antara berbagai lembaga terkait perlu diperkuat untuk memastikan keselarasan dan konsistensi dalam perencanaan serta pelaksanaan proyek RDF, termasuk komunikasi yang efektif, pembagian tugas dan tanggung jawab yang jelas, serta mekanisme penyelesaian masalah yang efisien.

4.1.3 Aspek Infrastruktur dan Teknologi

Penyusunan pedoman rancangan teknologi RDF dilakukan sebagai acuan dalam tahap-tahap pembuatan rancangan, yang meliputi alur proses, penentuan konfigurasi, dan seleksi peralatan RDF. Salah satu elemen penting dalam penyusunan ini adalah menetapkan kriteria evaluasi rancangan sebelum fasilitas dibangun. Sebagai contoh, terdapat persyaratan bahwa rancangan telah berhasil diterapkan di lokasi lain dengan kapasitas setara dan telah mencapai target operasional lebih dari 85% selama periode tertentu. Selain itu, jenis alat dan konfigurasi yang dipilih harus terbukti andal dengan adanya jaminan dari penyedia teknologi. Dengan demikian, fasilitas RDF yang baru dibangun diharapkan menjadi perbaikan atas rancangan yang sudah ada sebelumnya.

Setelah fasilitas RDF dibangun, penting untuk memastikan bahwa penyedia teknologi bertanggung jawab selama proses komisioning hingga tercapainya target operasi dalam periode tertentu. Selain itu, perlu dipastikan bahwa rancangan teknologi yang akan diterapkan di kota atau kabupaten telah melalui evaluasi kriteria dan analisis kesesuaian dengan kebutuhan daerah tersebut. Untuk mendukung keberhasilan ini, pengembangan prosedur sertifikasi bagi perancang RDF menjadi langkah krusial, guna memastikan kompetensi perancang dalam melakukan rekayasa teknologi. Para perancang juga harus memiliki pengalaman dalam proyek rancangan di lokasi lain yang telah mampu beroperasi

sesuai dengan kapasitas desainnya. Dengan langkah-langkah ini, diharapkan fasilitas RDF dapat beroperasi secara efektif dan efisien, memenuhi standar yang ditetapkan.

Keandalan Operasi

Untuk menjamin keberlanjutan operasional fasilitas RDF, kerja sama jangka panjang dengan penyedia teknologi (*technology provider*) dalam kegiatan operasional dan pemeliharaan (O&M) sangat penting. Kerja sama ini mencakup keterlibatan vendor alat yang menyediakan suku cadang dan layanan perbaikan. Keterlibatan vendor dipilih untuk memberikan fleksibilitas dalam pemeliharaan, memastikan ketersediaan suku cadang, dan menawarkan harga yang kompetitif untuk layanan dan perbaikan sistem serta peralatan. Strategi ini bertujuan untuk meminimalkan waktu henti operasional, mengoptimalkan biaya perawatan, dan menjamin kelancaran operasional fasilitas RDF dalam jangka panjang.

Untuk mencapai kondisi ideal, pengembangan teknologi RDF perlu diarahkan pada peningkatan variasi produk RDF dengan spesifikasi yang sesuai dengan kebutuhan industri yang beragam, termasuk teknologi lanjutan seperti gasifikasi untuk menghasilkan produk bernilai tambah lainnya. Riset dan pengembangan teknologi juga perlu ditingkatkan untuk menghasilkan teknologi RDF yang lebih efisien, andal, dan ramah lingkungan. Selain itu, pengembangan sistem informasi juga dapat dilakukan untuk memetakan potensi *offtaker* RDF di berbagai daerah beserta spesifikasi yang dibutuhkan.

TKDN

Untuk meningkatkan implementasi TKDN, perlu ditingkatkan dukungan Pemerintah, melalui insentif dan kebijakan yang mendukung pengembangan teknologi dan industri dalam negeri, serta peningkatan kualitas SDM di bidang teknologi terkait. Peningkatan dukungan Pemerintah, pengembangan teknologi dalam negeri, dan peningkatan kualitas SDM di bidang teknologi terkait menjadi kunci untuk meningkatkan implementasi TKDN.

Jaringan Distribusi

Pengembangan sistem transportasi dan distribusi yang terintegrasi dan efisien menjadi kunci untuk meningkatkan pemanfaatan RDF sebagai bahan bakar alternatif. Hal ini membutuhkan investasi dalam infrastruktur dan teknologi yang mendukung, serta kerja sama antar pemangku kepentingan.

Penyusun pedoman evaluasi kinerja fasilitas RDF sangat penting untuk memastikan operasional yang efisien berdasarkan kriteria operasi sistem dan peralatan. Oleh karena itu, evaluasi teknis perlu dilakukan terhadap fasilitas RDF yang telah beroperasi untuk menilai keandalan sistem dan peralatan yang ada, serta membandingkan parameter kinerja spesifik (*benchmark*) dengan fasilitas RDF lainnya. Proses evaluasi ini mencakup sistem dan komponen individu untuk menilai kinerja alat dalam memproduksi RDF, mengidentifikasi potensi gangguan, serta merumuskan strategi mitigasi guna mengurangi atau menghilangkan risiko kegagalan operasi akibat kerusakan peralatan. Selain itu, penting untuk mengembangkan SOP yang mengatur operasi dan pemeliharaan sistem serta peralatan, agar pelaksanaan dapat dilakukan secara konsisten dan efektif. Dalam rangka mendukung transisi kepemilikan fasilitas RDF, perlu dikembangkan sistem pendampingan oleh tenaga ahli untuk mentransfer pengalaman dan pengetahuan dalam mengoperasikan fasilitas selama periode tertentu. Untuk meningkatkan transparansi dan manajemen, mekanisme pelaporan kinerja fasilitas RDF perlu dikembangkan, mencakup informasi lokasi, kapasitas, dan status operasional (beroperasi/tidak beroperasi/rusak), yang dapat dilakukan melalui platform SIPSN atau platform lainnya. Selain itu, kerja sama atau kontrak dengan penyedia teknologi sangat penting dalam kegiatan operasi dan pemeliharaan selama periode tertentu, termasuk pelibatan vendor alat untuk mendukung kebutuhan suku cadang dan perbaikan,

sehingga fleksibilitas dalam pemeliharaan dapat terjamin dan harga layanan serta perbaikan sistem dan peralatan tetap kompetitif.

Pemetaan Fasilitas RDF

Memetakan secara detail jumlah dan kapasitas fasilitas RDF beserta sebarannya, serta potensi *offtaker*, merupakan langkah awal yang penting untuk melakukan perhitungan kebutuhan modernisasi dan peningkatan kapasitas infrastruktur eksisting, serta untuk menghitung kebutuhan pembangunan fasilitas RDF baru di wilayah prioritas. Dalam konteks ini, modernisasi dan revitalisasi fasilitas RDF yang telah rusak, tidak beroperasi, atau beroperasi namun belum optimal sangat diperlukan. Proses revitalisasi tersebut termasuk meningkatkan kapasitas TPST 3R sebagai sumber bahan baku RDF sesuai dengan kebutuhan wilayah. Selain itu, penting untuk meningkatkan efisiensi kinerja sistem pengumpulan dan pengangkutan sampah terpilah guna memastikan pasokan bahan baku yang berkualitas ke fasilitas RDF. Upaya ini juga harus didukung dengan memperkuat koordinasi dan kerja sama antara Pemerintah dan pemangku kepentingan lainnya, untuk mengembangkan jaringan transportasi dan distribusi di wilayah yang direncanakan akan dibangun fasilitas RDF, sehingga keseluruhan sistem pengelolaan sampah dapat berjalan dengan lebih efektif dan berkelanjutan.

4.1.4 Aspek Pembiayaan (CAPEX dan OPEX)

Pengembangan dan penerapan skema pembiayaan yang berbasis pada kebutuhan spesifik proyek menjadi kunci dalam meningkatkan efisiensi penggunaan dana dalam proyek RDF. Pendekatan ini memungkinkan alokasi dana yang lebih tepat sasaran, baik dari sumber pembiayaan publik seperti APBN dan APBD, maupun hibah internasional dan pembiayaan non-publik. Pengelolaan sumber daya akan lebih optimal, selain itu peran pembiayaan dari APBN dan APBD perlu diperjelas, di mana APBN dapat diarahkan untuk mendukung kebijakan nasional serta pembangunan infrastruktur dasar, sementara APBD dapat lebih fokus pada operasional dan pengelolaan fasilitas RDF di tingkat daerah, yang merupakan entitas utama dalam pengelolaan sampah. Sebagai contoh penerapan ini dapat diterapkan oleh Pemerintah India melalui program Swachh Bharat Mission, yang memberikan subsidi untuk infrastruktur RDF dan memfasilitasi pengelolaan operasional oleh Pemerintah Daerah menggunakan pendapatan lokal.

Pembagian peran daerah dalam pembangunan fasilitas RDF, alokasi dana pembangunan harus dibagi dengan jelas, misalnya dengan menggunakan dana desa untuk infrastruktur pendukung dan APBN untuk fasilitas utama. Bagi daerah yang mengadopsi pembiayaan non-publik, insentif seperti pembangunan fasilitas TPST 3R di lokasi lain dapat diberikan untuk mendukung perluasan fasilitas pengelolaan sampah secara berkelanjutan. Selain itu, perluasan akses terhadap pembiayaan non-publik, seperti SLL dan KPBU, dapat mengatasi keterbatasan dana publik dan memberikan solusi bagi sektor swasta untuk turut berkontribusi dalam pembangunan infrastruktur yang lebih besar.

Optimalisasi kerja sama dengan pihak ketiga juga menjadi alternatif yang perlu dipertimbangkan, melalui kontrak jangka panjang dengan industri terkait, sebagaimana diatur dalam Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2015 dan Peraturan Menteri PPN/Bappenas Nomor 7 Tahun 2023. Petunjuk pelaksanaan perhitungan biaya OPEX RDF dari peraturan tersebut dapat disusun untuk memberikan referensi kepada Pemerintah Daerah dengan kemampuan fiskal yang berbeda. Pemberian insentif bagi investor, seperti pembebasan pajak impor untuk alat berat dan mesin yang digunakan dalam proyek RDF, serta jaminan harga beli RDF melalui kontrak jangka panjang, akan mendorong partisipasi sektor swasta dalam proyek ini. Di sisi lain, pengembangan model pembiayaan berkelanjutan, seperti melalui SLL dan *green bonds* (Peraturan Otoritas Jasa Keuangan

Nomor 60 Tahun 2017), memberikan alternatif pembiayaan yang ramah lingkungan dan mendukung keberlanjutan proyek RDF dalam jangka panjang.

Strategi mekanisme pembiayaan RDF juga perlu mempertimbangkan aspek jangka pendek dan jangka panjang. Pada kondisi ideal, RDF Plant seharusnya mampu mencapai prinsip *Full Cost Recovery* (FCR), artinya pendapatan dari RDF dapat menutupi seluruh biaya operasional tanpa perlu bergantung pada subsidi atau mekanisme *cost-sharing*. Selain itu, Pemerintah Daerah seharusnya memberikan dukungan finansial yang lebih kuat, termasuk melalui *tipping fee* yang dapat membantu menutupi selisih biaya operasional yang tidak tertutup oleh harga jual RDF. Dalam jangka pendek, biaya *tipping fee* harus mencakup biaya operasional dan pemeliharaan fasilitas RDF, sementara pembuatan mekanisme tahunan yang memperhitungkan inflasi atau peningkatan volume sampah akan memastikan kelangsungan fasilitas tersebut. Pada jangka panjang, potensi pendanaan dari penjualan kredit karbon yang diatur oleh Pemerintah, penjualan produk RDF ke industri semen atau pembangkit listrik, serta pendanaan hijau dengan bunga rendah dari lembaga keuangan dapat menjadi sumber pembiayaan yang stabil. Terakhir, penguatan kerangka hukum terkait pembiayaan infrastruktur hijau, melalui revisi regulasi seperti Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintah Daerah dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 3 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan, akan memperkuat landasan hukum bagi implementasi pembiayaan dan pengelolaan fasilitas RDF yang berkelanjutan. Berdasarkan hal tersebut diperlukan sinergitas antara Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah, lembaga keuangan (perbankan dan non perbankan) untuk dapat mendukung keberhasilan RDF.

Penyusunan pedoman yang jelas terkait perhitungan biaya OPEX untuk operasi dan pemeliharaan fasilitas RDF merupakan langkah penting dalam menciptakan sistem pembiayaan yang transparan dan efisien. Pedoman ini harus mencakup pembagian kontribusi pembiayaan yang jelas antara berbagai pihak terkait, termasuk kontribusi dari Pemerintah Daerah melalui mekanisme *tipping fee* serta potensi pembiayaan alternatif dari sektor swasta. Sebagai contoh, kolaborasi dengan perusahaan besar seperti Unilever dalam proyek RDF di Cilacap menunjukkan bahwa sektor swasta dapat memainkan peran penting dalam pembiayaan fasilitas pengelolaan sampah dan produksi RDF, yang pada gilirannya dapat mempercepat pencapaian tujuan keberlanjutan dan pengurangan dampak lingkungan.

Selain itu, diperlukan pedoman nasional yang mengatur penentuan besaran layanan pengelolaan sampah (BLPS) yang berbasis pada kinerja fasilitas RDF. Pedoman ini dapat memberikan acuan yang objektif dalam mengevaluasi efektivitas operasional fasilitas RDF, memastikan bahwa kinerja yang dicapai sesuai dengan standar yang telah ditetapkan dan mendukung keberlanjutan program pengelolaan sampah berbasis RDF. Keterlibatan berbagai pihak, termasuk Kementerian Keuangan, Kementerian Pekerjaan Umum, dan Pemerintah Daerah, sangat penting dalam memastikan implementasi yang efektif dari pedoman ini, serta dalam mengalokasikan dana dengan tepat sesuai dengan peran dan tanggung jawab masing-masing.

Pengembangan skema pendanaan berbasis karbon, seperti *carbon offset* atau *credit carbon market*, merupakan salah satu opsi pendanaan yang berpotensi memperkuat pembiayaan jangka panjang proyek RDF. Melalui mekanisme ini, proyek RDF dapat menghasilkan kredit karbon yang dapat diperdagangkan di pasar internasional atau nasional, memberikan insentif finansial bagi pihak yang berinvestasi dalam pengurangan emisi karbon. Skema ini juga dapat menjadi cara bagi Pemerintah untuk mendorong partisipasi sektor swasta dalam pengelolaan sampah dengan cara yang berkelanjutan. Oleh karena itu, sinergi antar lembaga Pemerintah seperti Kementerian Keuangan,

Kementerian Pekerjaan Umum, dan Kemendagri, serta Pemerintah Daerah, sangat penting untuk menciptakan kebijakan dan kerangka hukum yang memadai guna mendukung pengembangan pasar karbon dan pengelolaan RDF yang lebih efisien dan berkelanjutan.

4.1.5 Aspek Perlindungan Lingkungan dan Sosial

Reduksi Pencemaran Lingkungan melalui RDF

Pemanfaatan RDF di Indonesia memiliki potensi besar untuk mengurangi volume sampah dan emisi GRK, tetapi memerlukan dukungan kebijakan yang kuat di tingkat nasional dan daerah. Diperlukan regulasi yang secara spesifik mencantumkan RDF sebagai alternatif pengolahan sampah menjadi bahan bakar energi. Penentuan target yang lebih ambisius dalam program “pemanfaatan sampah menjadi RDF” dapat dilakukan dengan menyasar kabupaten/kota yang memiliki potensi *offtaker* tinggi serta ketersediaan lahan TPA yang kritis. Target ini dapat diselaraskan dengan komitmen nasional seperti NDC dan strategi *zero waste*, serta dituangkan dalam peta jalan penerapan RDF yang komprehensif. Pemantauan dan evaluasi berkala terhadap TPST perlu dilakukan untuk memastikan optimalisasi teknologi dan kesesuaian volume sampah dengan kapasitas pengolahan.

Untuk mendukung reduksi emisi GRK, Pemerintah Daerah perlu dilatih dan diberikan pedoman dalam menghitung pengurangan emisi, termasuk emisi metana. Penguatan sistem operasional RDF plant juga diperlukan melalui standarisasi operasional, panduan teknis, dan bantuan biaya operasional untuk menjaga keberlanjutan fasilitas. Selain itu, pemetaan industri-industri potensial sebagai *offtaker* serta perencanaan distribusi RDF dari TPST dengan radius optimal harus dirancang untuk memastikan efisiensi logistik.

Dalam aspek lingkungan, peningkatan kapasitas teknis operator dan penerapan SOP pengendalian emisi dan pengolahan lindi di TPST merupakan hal yang sangat penting. Pemantauan yang ketat diperlukan untuk memastikan kinerja teknologi pengendalian debu, polutan, dan pencemar lainnya memenuhi standar yang ditetapkan.

Dampak Penerapan RDF terhadap Masyarakat

Selain itu, pemanfaatan RDF memiliki potensi besar dalam memberikan manfaat sosial ekonomi, terutama melalui penciptaan *green jobs* yang layak dan pemberdayaan perempuan serta kelompok rentan. Untuk mewujudkan hal tersebut, diperlukan panduan khusus yang komprehensif agar keterlibatan masyarakat lokal dapat dioptimalkan dalam seluruh rantai nilai RDF, mulai dari pengumpulan dan pemilahan sampah hingga pengolahan dan distribusi RDF sebagai bahan bakar alternatif. Dalam konteks *green job*, Pemerintah dan pemangku kepentingan perlu menyusun skema pekerjaan hijau di sektor energi berbasis RDF yang mencakup pengumpulan bahan baku, pengolahan RDF, distribusi, hingga pemanfaatan RDF di industri pengguna. Selain itu, pemetaan keterampilan dan pelatihan teknis diperlukan untuk meningkatkan keterampilan lokal dalam pengoperasian mesin dan pengering RDF, pemeliharaan peralatan, serta manajemen operasional fasilitas RDF. Pelatihan ini harus mencakup kompetensi energi terbarukan dan ekonomi sirkular, sehingga tenaga kerja lokal siap menghadapi transformasi pekerjaan ke arah yang lebih hijau dan berkelanjutan. Kolaborasi dengan lembaga pendidikan vokasi dan politeknik lokal perlu ditingkatkan untuk mengembangkan kurikulum pelatihan *green job* yang relevan dengan kebutuhan industri RDF, sedangkan kemitraan dengan sektor swasta dapat mendorong peluang magang dan pekerjaan yang lebih luas bagi masyarakat lokal.

Selain itu, penerapan RDF juga perlu memperhatikan aspek *gender equality and social inclusion* (GESI) agar lebih inklusif dan memberdayakan kelompok rentan. Berdasarkan kondisi eksisting di lapangan, mayoritas pekerja di sektor pemilahan sampah adalah perempuan, terutama pemulung yang dianggap lebih teliti dalam memilah bahan bernilai

tinggi. Selain itu, mayoritas operator dan administrasi di TPST RDF juga diisi oleh perempuan. Oleh karena itu, penetapan target keterlibatan perempuan dalam setiap tahap rantai nilai RDF dapat ditentukan. Program pemberdayaan perempuan juga dapat dirancang untuk meningkatkan kompetensi teknis dan manajerial sehingga tidak hanya di sektor informal namun perempuan juga dapat terlibat pada posisi strategis dalam pengelolaan RDF.

Edukasi publik mengenai manfaat RDF dan pentingnya keterlibatan gender perlu dilakukan agar meningkatkan dukungan masyarakat terhadap program RDF. Strategi mitigasi konflik juga dapat disusun dan dipantau secara berkala untuk mencegah potensi konflik sosial yang timbul dari dampak operasional RDF, seperti kebisingan atau bau yang mengganggu masyarakat sekitar. Penyusunan skema partisipasi masyarakat yang formal juga dapat dilakukan untuk memastikan keterlibatan masyarakat lokal dalam seluruh tahapan pengolahan RDF, baik sebagai pekerja maupun mitra usaha, sehingga keberlanjutan program RDF dapat terjamin melalui dukungan penuh dari komunitas lokal. Dengan pendekatan yang inklusif, RDF tidak hanya menjadi solusi pengelolaan sampah dan energi terbarukan, tetapi juga mampu menciptakan *green jobs* serta memberdayakan perempuan dan kelompok rentan secara sosial dan ekonomi.

4.2 Rekomendasi Pemanfaatan RDF

Meskipun RDF memiliki potensi sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan, pemanfaatan terhadap RDF terbatas akibat tantangan di berbagai aspek. Beberapa industri pemanfaat RDF masih menghadapi tantangan dalam menyesuaikan peralatan dan memastikan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan. Rekomendasi pada gambar berikut disusun untuk memperkuat aspek pemanfaatan RDF di Indonesia, dengan ★ mengindikasikan penanggung jawab utama pada rekomendasi tersebut.



Infrastruktur dan Kesiapan Teknologi

Kesenjangan	Rekomendasi	Aktor
<ul style="list-style-type: none"> Industri semen belum mencapai titik optimum memanfaatkan RDF namun berpotensi besar untuk terus meningkatkan angka penyerapan RDF dengan kondisi tertentu. Sedangkan industri lainnya seperti pupuk, kimia, kertas memiliki potensi memanfaatkan RDF namun saat ini baru dalam tahap kajian atau uji coba. Peralihan bahan bakar memerlukan teknologi inovatif dengan penerapan awal yang sulit dan investasi besar, sehingga industri enggan berinvestasi karena risikonya yang tinggi. 	<p>Mendorong industri untuk memanfaatkan RDF melalui kebijakan yang mendukung, misalnya:</p> <ul style="list-style-type: none"> RDF disebutkan menjadi opsi Standar Industri Hijau jika terdapat kriteria batas minimum pemanfaatan bahan bakar alternatif, antara lain biomassa termasuk RDF. RDF disebutkan menjadi opsi bahan bakar alternatif rendah karbon dalam kebijakan dekarbonisasi. RDF menjadi bagian dari biomassa dalam bauran 	<ul style="list-style-type: none"> ★ Kementerian Perindustrian ★ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian PPN/Bappenas
	<p>Memperkenalkan mekanisme penghargaan bagi perusahaan yang berhasil mengurangi bahan bakar fosil melalui pemanfaatan RDF.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ★ Kementerian Perindustrian ★ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian PPN/Bappenas

Gambar 4.8 Rekomendasi Pemanfaatan RDF pada Aspek Infrastruktur dan Kesiapan Teknologi



Pembiayaan

Kesenjangan	Rekomendasi	Aktor
Belum tersedia skema insentif fiskal yang dapat menarik <i>offtaker</i> .	Mengembangkan skema insentif fiskal seperti pengurangan pajak dan subsidi harga RDF bagi industri pengguna.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Keuangan Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian Perindustrian Swasta
Pengguna RDF (industri) menghadapi kebutuhan investasi besar untuk modifikasi alat pembakaran/unit proses agar sesuai dengan karakteristik RDF.	Menyediakan dukungan pembiayaan investasi awal bagi industri, seperti insentif fiskal untuk retrofit teknologi, skema <i>soft loan</i> , dan <i>green financing</i> .	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Keuangan Kementerian Investasi/BKPM Kementerian Perindustrian Lembaga Keuangan Swasta

Gambar 4.10 Rekomendasi Pemanfaatan RDF pada Aspek Pembiayaan



Perlindungan Lingkungan dan Sosial

Kesenjangan	Rekomendasi	Aktor
Berdasarkan Lampiran 3 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 Tahun 2017, BME RDF lebih ketat dibandingkan limbah B3, meskipun RDF adalah limbah non-B3, dan peraturan hanya berlaku bagi industri semen apabila memanfaatkan RDF secara penuh.	Diperlukan revisi Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 Tahun 2017 untuk menyesuaikan persyaratan BME bagi pengguna RDF.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Perindustrian
Sistem pengendali dan pengontrol emisi di Industri selain PLTU dan industri semen, ada yang belum memadai untuk pemanfaatan RDF.	Menyusun panduan persyaratan dan dokumen lingkungan yang harus dipenuhi oleh industri sebelum memanfaatkan RDF.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Perindustrian
Belum ada acuan metodologi bagi <i>offtaker</i> terkait perhitungan GRK terhadap pembakaran RDF sebagai bahan bakar alternatif.	Mengembangkan pedoman dan pelatihan bagi <i>offtaker</i> tentang perhitungan emisi pengurangan GRK dari aktivitas pembakaran RDF di Industri, agar dapat dilihat besar kontribusinya terhadap target ENDC.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Perindustrian

Gambar 4.9 Rekomendasi Pemanfaatan RDF pada Aspek Perlindungan Lingkungan dan Sosial

4.2.1 Aspek Infrastruktur dan Kesiapan Teknologi

Melalui kebijakan yang mendukung, seperti memasukkan kriteria penilaian dalam Sistem Indikator Hijau yang mencakup parameter batas minimum pemanfaatan bahan bakar rendah karbon, termasuk RDF. Selain itu, kebijakan dekarbonisasi dan penetapan batas minimal bauran EBT dalam transisi energi, serta pengenalan RDF dalam *road map* dekarbonisasi delapan sub sektor industri, juga merupakan langkah penting dalam mencapai tujuan ini. Untuk memfasilitasi transfer ilmu dan teknologi penyerapan RDF di industri, kerja sama internasional di bidang pelatihan dan inisiatif lainnya perlu ditingkatkan. Pengembangan dan komersialisasi teknologi ini memerlukan kebijakan khusus yang mencakup kewajiban untuk penyebaran bahan bakar baru yang berkelanjutan, mekanisme keuangan yang sesuai, dan instrumen untuk mendukung pengembangan teknologi serta penyebaran pasar berikutnya, seperti jaminan pinjaman. Dukungan yang lebih kuat untuk penelitian, pengembangan, dan demonstrasi (R&D) akan memperluas opsi teknologi yang tersedia. Di samping itu, memperkenalkan mekanisme pembiayaan dari dalam dan luar negeri bagi industri untuk alih teknologi pembakaran juga sangat diperlukan. Kebijakan tambahan, seperti insentif dan penghargaan bagi perusahaan yang berhasil mengurangi penggunaan bahan bakar fosil melalui pemanfaatan RDF, dapat mendorong partisipasi industri. Terakhir, meningkatkan kerja sama riset dalam pengembangan teknologi baru yang lebih efisien dalam pemanfaatan RDF akan menjadi kunci dalam mencapai keberlanjutan dan efisiensi energi yang diharapkan memperkenalkan fasilitas pembiayaan dalam dan luar negeri bagi industri untuk penyediaan fasilitas penanganan RDF.

Meningkatkan Kerja Sama Riset dan Pengembangan Teknologi Baru Penanganan RDF

Memberikan insentif fiskal, seperti pengurangan pajak kepada industri yang mengadaptasi RDF, merupakan langkah strategis yang diambil oleh Kementerian Perindustrian dan Kementerian Keuangan. Kebijakan yang mendukung, penegakan peraturan, dan insentif ini akan menarik minat investor untuk berpartisipasi dalam pengembangan proyek RDF, asalkan perubahan peraturan dirancang dengan cermat untuk mengirimkan sinyal positif kepada investor dan pemimpin bisnis.

Hal ini penting agar lingkungan yang mendukung pengembangan proyek RDF yang berkelanjutan dapat tercipta. Selain itu, meningkatkan kelayakan komersial proyek RDF menjadi krusial, di mana kebijakan dapat menjadi solusi untuk mengatasi hambatan teknis. Melanjutkan reformasi terhadap subsidi bahan bakar fosil dan memperbaiki kerangka regulasi akan membantu menghapus hambatan bagi RDF sebagai energi terbarukan, sekaligus meningkatkan sinyal positif bagi sektor swasta dan konsumen untuk berinvestasi. Penghapusan subsidi batu bara dan pencantuman biaya yang dihasilkan dari polusi akibat penggunaan bahan bakar fosil akan berkontribusi pada penciptaan ekosistem yang setara bagi RDF. Selain itu, memfasilitasi kerja sama internasional yang menyediakan dukungan dalam bentuk hibah atau pinjaman berbunga rendah untuk proyek-proyek yang berfokus pada implementasi bahan bakar terbarukan, termasuk RDF, sangat penting, terutama untuk teknologi *burner* dan infrastruktur penyimpanan yang efisien. Mengadakan penghargaan tahunan bagi perusahaan yang berhasil meningkatkan pemakaian RDF dalam jumlah tertentu juga akan mendorong partisipasi aktif dalam upaya ini. Mengingat bahwa mobilisasi sumber daya keuangan menjadi kunci untuk mencapai keberhasilan dalam proses peningkatan skala, proyek RDF harus memanfaatkan perubahan besar dalam alokasi modal keuangan menuju ekonomi rendah karbon, termasuk obligasi iklim, investasi dalam prinsip ESC, investasi kelembagaan, dan berbagai bentuk keuangan hijau lainnya.

4.2.2 Aspek Pembiayaan

Pemberian insentif fiskal, seperti pengurangan pajak, kepada industri yang mengadopsi teknologi RDF merupakan langkah yang signifikan dalam mempercepat transisi menuju penggunaan energi terbarukan. Insentif ini dapat mendorong partisipasi sektor swasta dalam pengembangan dan operasionalisasi fasilitas RDF, mengingat keterbatasan dana publik yang seringkali menjadi hambatan utama dalam pengembangan infrastruktur energi terbarukan. Selain itu, kebijakan yang mendukung, penegakan peraturan yang konsisten, serta insentif yang jelas dan terstruktur sangat penting untuk menciptakan iklim yang kondusif bagi investor. Adanya regulasi yang tepat, Pemerintah dapat memberikan sinyal yang kuat kepada investor dan pelaku bisnis bahwa sektor RDF memiliki prospek jangka panjang yang menjanjikan. Oleh karena itu, kebijakan yang mendukung kelayakan komersial proyek RDF dan pemecahan hambatan teknis perlu difokuskan untuk meningkatkan daya tarik investasi dalam sektor ini. Peran aktif Kementerian Keuangan dan Kementerian Perindustrian dalam merumuskan kebijakan fiskal yang tepat akan sangat menentukan keberhasilan program ini.

Di sisi lain, reformasi subsidi bahan bakar fosil yang dilaksanakan Pemerintah, disertai dengan perbaikan kerangka regulasi, akan memperkuat posisi RDF sebagai energi terbarukan yang layak secara komersial. Penghapusan subsidi batu bara serta pencantuman biaya eksternal akibat polusi dari bahan bakar fosil dapat menciptakan ekosistem yang lebih setara bagi RDF. Kebijakan ini tidak hanya akan memberikan insentif fiskal bagi sektor swasta untuk berinvestasi dalam teknologi ramah lingkungan, tetapi juga memberikan sinyal yang jelas bagi konsumen untuk beralih ke sumber energi yang lebih berkelanjutan. Dalam konteks ini, Kementerian Keuangan memiliki peran penting dalam merumuskan kebijakan fiskal yang dapat menghilangkan ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mendukung transisi menuju ekonomi rendah karbon.

Lebih lanjut, kerja sama internasional yang difasilitasi oleh Pemerintah dalam bentuk hibah atau pinjaman berbunga rendah dapat mempercepat pengembangan infrastruktur RDF. Dukungan dari lembaga internasional untuk pengembangan teknologi pembakaran yang efisien dan infrastruktur penyimpanan RDF yang lebih baik akan memperkuat daya saing proyek ini di tingkat global. Oleh karena itu, Kementerian Perindustrian, Kementerian Pekerjaan Umum, dan Kementerian Keuangan perlu bekerja sama untuk menjembatani kerja sama ini dan memastikan aliran pendanaan yang tepat sasaran.

Terakhir, pemberian penghargaan tahunan kepada perusahaan yang berhasil meningkatkan pemanfaatan RDF dalam jumlah signifikan dapat menjadi mekanisme yang efektif untuk mendorong adopsi teknologi di industri. Penghargaan ini tidak hanya memberikan insentif kepada perusahaan untuk berinovasi, tetapi juga mendorong mobilisasi sumber daya keuangan yang lebih besar menuju ekonomi rendah karbon. Adanya instrumen keuangan seperti obligasi hijau atau sukuk hijau, investasi ESG, dan keuangan hijau lainnya, proyek RDF dapat memperoleh pembiayaan yang lebih murah dan berkelanjutan. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan Kementerian Perindustrian memiliki peran kunci dalam merancang penghargaan ini dan diharapkan dapat mempercepat adopsi teknologi RDF dan menciptakan dampak positif terhadap lingkungan.

4.2.3 Aspek Perlindungan Lingkungan dan Sosial

Diperlukan revisi terhadap Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 Tahun 2017 untuk memastikan bahwa regulasi BME bagi industri yang memanfaatkan RDF lebih sesuai dan dapat diterapkan secara luas. Revisi regulasi dapat mencakup

ketentuan yang lebih fleksibel dan berbasis kajian ilmiah, dengan mempertimbangkan karakteristik RDF serta membedakan ketentuan bagi industri yang menggunakan RDF secara penuh maupun yang masih mencampurnya dengan bahan bakar konvensional. Pemerintah perlu menyusun standar yang dapat diterapkan oleh seluruh industri pengguna RDF, bukan hanya industri semen, untuk memastikan transisi energi yang lebih luas dan mendukung pemanfaatan RDF sebagai solusi pengelolaan sampah yang lebih optimal.

Selain aspek regulasi, peningkatan kesiapan industri dalam pengendalian emisi RDF dapat menjadi prioritas agar pemanfaatannya tidak menimbulkan dampak lingkungan negatif. Oleh karena itu, Pemerintah dan pemangku kepentingan perlu menyusun panduan teknis yang mengatur persyaratan dan dokumen lingkungan yang dapat dipenuhi oleh industri sebelum memanfaatkan RDF. Panduan ini dapat mencakup teknologi pengendalian emisi yang direkomendasikan seperti *scrubber*, SNCR, dan *baghouse filter*, serta langkah-langkah untuk memitigasi dampak pencemaran udara. Selain itu, diperlukan program insentif bagi industri yang berinvestasi dalam sistem pengendalian emisi untuk mendorong adopsi RDF secara lebih luas tanpa meningkatkan risiko pencemaran lingkungan.

Untuk memastikan RDF berkontribusi terhadap target dekarbonisasi nasional, diperlukan pengembangan metodologi standar dalam perhitungan emisi GRK dari pembakaran RDF. Pemerintah dapat menyusun pedoman perhitungan karbon yang tersimpan dan dilepaskan selama proses pembakaran. Selain itu, pelatihan bagi industri dan *offtaker* harus dilakukan agar mereka dapat secara akurat melaporkan data emisi dan mendapatkan pengakuan atas kontribusinya terhadap pengurangan emisi nasional. Dengan adanya sistem perhitungan yang jelas dan terstruktur, RDF dapat semakin diakui sebagai bahan bakar alternatif yang mendukung transisi energi hijau di Indonesia.

4.3 Rekomendasi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung

Ekosistem kebijakan dan regulasi yang mendukung memiliki peran penting dalam mempercepat implementasi RDF di Indonesia. Namun, hingga saat ini masih terdapat berbagai hambatan, seperti kurangnya regulasi spesifik, belum adanya standar nasional untuk RDF, serta minimnya insentif bagi pelaku industri dan Pemerintah Daerah. Selain itu, kapasitas sumber daya manusia dan riset di bidang RDF masih terbatas, sehingga diperlukan upaya lebih lanjut dalam penguatan kelembagaan dan peningkatan kapasitas. Gambar berikut menyajikan rekomendasi untuk menciptakan lingkungan yang mendukung pada penyediaan dan pemanfaatan RDF, dengan ★ mengindikasikan penanggung jawab utama pada rekomendasi tersebut.



Regulasi dan NSPK

Kesenjangan	Rekomendasi	Aktor
Implementasi spesifik teknologi RDF sebagai bagian dari bauran EBT belum sepenuhnya didukung dengan kerangka regulasi yang komprehensif.	Diperlukan kebijakan yang mengintegrasikan RDF ke dalam rencana strategis nasional.	★ Kementerian PPN/Bappenas Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
	Revisi Peraturan Presiden Nomor 35 Tahun 2018, dengan memasukkan opsi teknologi lain dalam <i>WtE</i> .	★ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian PPN/Bappenas Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Lingkungan Hidup Pemerintah Daerah
	Memperbaharui (<i>update</i>) Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang Jakstranas menjadi Rancangan Peraturan Presiden tentang Transformasi Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga.	★ Kementerian PPN/Bappenas Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
Ketersediaan NSPK yang mendukung pengelolaan RDF masih terbatas.	Mengembangkan standar teknis untuk desain dan konstruksi fasilitas RDF, serta SOP untuk pengoperasian dan pemeliharaan, serta panduan perhitungan biaya operasional dan keekonomian RDF.	★ Kementerian Pekerjaan Umum Pemerintah Daerah

Gambar 4.11 Rekomendasi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung pada Aspek Regulasi dan NSPK



Pengembangan Pasar

Kesenjangan	Rekomendasi	Aktor
Kapasitas produksi dan pemanfaatan RDF belum seimbang.	<ul style="list-style-type: none"> Mengembangkan mekanisme pasar RDF yang menjamin keseimbangan antara produksi dan konsumsi RDF. Meningkatkan kepastian pasar RDF dengan kontrak jangka panjang antara produsen dan industri pengguna. Memperkuat infrastruktur distribusi, konektivitas, dan digitalisasi guna mendukung pengembangan pasar RDF. 	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Perindustrian Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Keuangan Swasta Pemerintah Daerah
Harga RDF belum terstandarisasi. Harga yang tidak terstandarisasi dapat mengurangi daya tarik RDF, yang dapat membatasi pemanfaatan RDF.	Menetapkan pedoman formulasi harga untuk RDF yang didasarkan pada nilai kalor (GAR). Sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 12 Tahun 2017 tentang Kebijakan Energi Terbarukan, RDF dapat diperlakukan sebagai salah satu sumber energi terbarukan yang perlu mendapatkan perhatian harga yang layak.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian Dalam Negeri
Belum ada standar nasional terkait spesifikasi RDF. Standarisasi ini menjamin konsistensi kualitas RDF. Tanpa standar nasional industri ragu untuk berinvestasi dalam penggunaan RDF.	Menyusun SNI terkait spesifikasi RDF untuk industri prioritas.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian Perindustrian Badan Standarisasi Nasional

Gambar 4.12 Rekomendasi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung pada Aspek Pengembangan Pasar



Skema dan Mekanisme Insentif

Kesenjangan	Rekomendasi	Aktor
Belum ada mekanisme insentif (fiskal dan non-fiskal) yang dirancang khusus untuk mendorong pemanfaatan RDF.	Menyusun skema insentif fiskal seperti <i>tax holiday</i> , pengurangan pajak karbon, <i>green bonds</i> , serta pembebasan bea masuk untuk peralatan RDF.	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Keuangan Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Perindustrian Otoritas Jasa Keuangan Pemerintah Daerah Swasta
Terbatasnya insentif/bantuan untuk Pemerintah Daerah yang menerapkan RDF.	Mengembangkan mekanisme non-fiskal, termasuk kemudahan perizinan bagi Pemerintah Daerah yang menerapkan RDF.	<ul style="list-style-type: none"> Pemerintah Pusat Kementerian Keuangan Otoritas Jasa Keuangan Bank Indonesia Lembaga Keuangan

Gambar 4.13 Rekomendasi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung pada Aspek Skema dan Mekanisme Insentif



Peningkatan Kapasitas

Kesenjangan	Rekomendasi	Aktor
Belum tersedia institusi khusus untuk peningkatan kapasitas RDF, termasuk standar kompetensi dan kurikulumnya.	<ul style="list-style-type: none"> Mengembangkan pusat pelatihan dan sertifikasi RDF yang terintegrasi dengan industri dan akademisi. Meningkatkan kapasitas tenaga kerja RDF melalui pelatihan teknis berstandar nasional. 	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian Perindustrian Kementerian Lingkungan Hidup Kementerian Pekerjaan Umum

Gambar 4.14 Rekomendasi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung pada Aspek Peningkatan Kapasitas

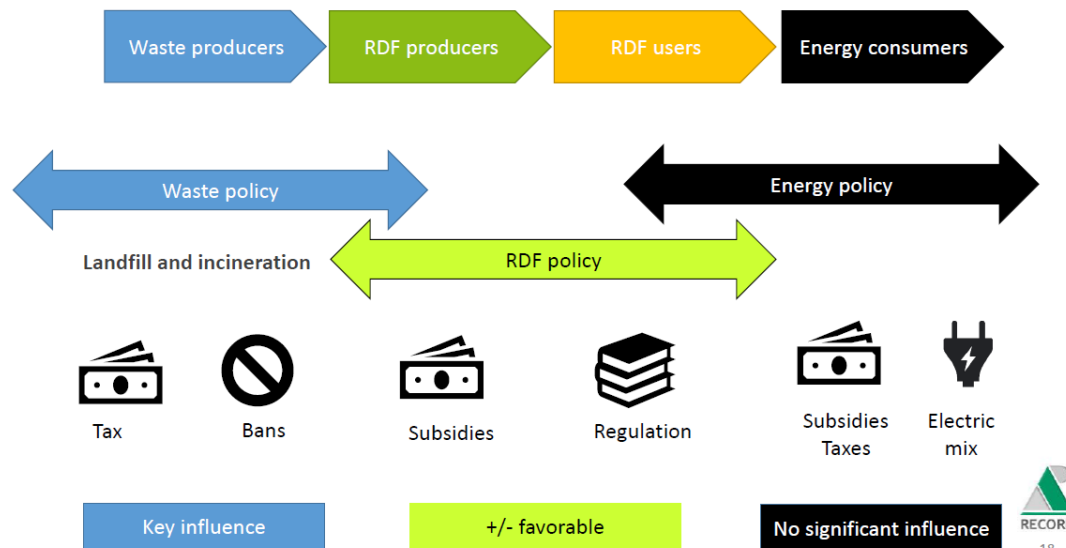


Riset dan Pengembangan

Kesenjangan	Rekomendasi	Aktor
Terbatasnya kolaborasi riset tentang RDF di antara Pemerintah, akademisi, dan industri.	<p>Pelibatan, kerja sama dan kolaborasi antara Pemerintah, dunia usaha, dan akademisi, serta transfer teknologi dari dalam dan luar negeri, diperlukan untuk mendorong inovasi dan meningkatkan kapasitas dalam teknologi RDF:</p> <ul style="list-style-type: none"> Inovasi teknologi pemrosesan RDF terutama proses pemilahan dan pengeringan RDF; Integrasi teknologi RDF dengan teknologi lainnya seperti BBJP, kompos, BSF, dsb; Inovasi teknologi lanjutan untuk memproduksi RDF kelas 4, 5, 6 sesuai kebutuhan industri non semen; 	<ul style="list-style-type: none"> Kementerian PPN/Bappenas Kementerian Perindustrian Kementerian Pekerjaan Umum Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Badan Riset dan Inovasi Nasional Lembaga Riset Dunia Usaha Perguruan Tinggi
	<p>Mendorong pendanaan riset RDF melalui skema hibah riset, dana abadi penelitian, serta kerja sama internasional untuk mempercepat pengembangan teknologi RDF.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Badan Riset dan Inovasi Nasional Perguruan Tinggi Lembaga Riset

Gambar 4.15 Rekomendasi Penyediaan Lingkungan yang Mendukung pada Aspek Riset dan Pengembangan

Kajian yang dilakukan oleh RDC Environment³⁹ terkait pemanfaatan fasilitas RDF dan SRF dari sisi status legislatif dan keseimbangan ekonomi (*RDF/SRF utilisation plants - legislative status and economic balance*) menyoroti bahwa kebijakan public merupakan faktor penting dalam bagaimana pasar RDF diciptakan (*public policies influencing the market for RDF*) seperti diilustrasikan dalam **Gambar 4.6** berikut.



Gambar 4.16 Kebijakan Publik Mempengaruhi Pasar

Sumber: RDC Environment

4.3.1 Aspek Regulasi dan NSPK

Pada aspek regulasi dan NSPK, diperlukan kebijakan strategis yang secara eksplisit mengintegrasikan teknologi RDF ke dalam rencana energi nasional. Langkah ini menjadi penting untuk memastikan RDF diakui sebagai bagian dari bauran EBT. Selama ini, implementasi RDF belum sepenuhnya terlindungi oleh kebijakan yang kuat, sehingga pengembangannya berjalan lambat dan belum konsisten di berbagai wilayah. Dengan memasukkan RDF dalam kebijakan tingkat nasional, perencanaan investasi, pembangunan infrastruktur, serta dukungan lintas sektor akan lebih terarah dan terkoordinasi.

Meskipun Otoritas Jasa Keuangan (OJK) telah menerbitkan regulasi terkait *green financing*, seperti POJK Nomor 51/POJK.03/2017 dan Taksonomi Hijau Indonesia (TKBI), akses terhadap pendanaan ini masih terbatas. Banyak proyek RDF menghadapi kesulitan dalam memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh lembaga keuangan hijau, seperti kriteria teknis, kelayakan finansial, dan standar pelaporan ESG. Hal ini menunjukkan perlunya regulasi pendukung yang lebih kuat agar lebih banyak proyek RDF dapat mengakses *green financing*. Selain itu, pemerintah dapat memperkenalkan insentif tambahan bagi investor yang mendukung proyek berbasis lingkungan untuk meningkatkan daya tarik investasi dalam sektor RDF.

Revisi terhadap Peraturan Presiden Nomor 35 Tahun 2018 juga menjadi langkah penting yang perlu segera dilakukan. Revisi ini bertujuan untuk membuka ruang bagi penggunaan berbagai teknologi dalam konsep WtE, termasuk RDF. Saat ini, regulasi yang ada masih cenderung eksklusif terhadap teknologi tertentu, yang membatasi fleksibilitas daerah

³⁹ <https://www.rdcenvironment.be/en/>

dalam memilih solusi pengelolaan sampah berbasis energi. Dengan memasukkan RDF sebagai salah satu opsi dalam WtE, pemerintah dapat mendorong inovasi dan adopsi teknologi yang lebih sesuai dengan kondisi dan kapasitas daerah.

Selain itu, pembaruan Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional (Jakstranas) Pengelolaan Sampah juga perlu dilakukan untuk memperkuat transformasi sistem pengelolaan sampah. Rancangan peraturan yang baru diharapkan tidak hanya menekankan pada aspek pengurangan dan penanganan sampah, tetapi juga mendorong pemanfaatan sampah sebagai sumber daya, salah satunya melalui RDF. Pembaruan ini akan menjadi fondasi penting bagi sinkronisasi kebijakan pengelolaan sampah dan kebijakan energi, yang selama ini masih berjalan secara terpisah.

Untuk mendukung pelaksanaan di lapangan, pengembangan NSPK menjadi krusial. Standar teknis yang jelas dibutuhkan untuk memastikan desain dan konstruksi fasilitas RDF memenuhi persyaratan keselamatan dan efisiensi. Di samping itu, diperlukan SOP operasional dan pemeliharaan, serta panduan perhitungan biaya dan keekonomian RDF agar pelaku usaha dan pemerintah daerah memiliki acuan yang seragam dan dapat diandalkan. Keterbatasan NSPK selama ini menjadi hambatan utama dalam memperluas adopsi teknologi RDF secara nasional, sehingga pengembangannya perlu diprioritaskan dalam waktu dekat. Berdasarkan kesenjangan dan rekomendasi yang telah diuraikan pada aspek-aspek lainnya, maka NSPK yang diperlukan untuk mendukung perluasan RDF dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2 Daftar Rekomendasi NSPK yang Dibutuhkan

No.	Daftar NSPK yang Dibutuhkan
1.	Pedoman perancangan teknologi RDF berisi aliran proses, penentuan konfigurasi, dan seleksi peralatan RDF serta pedoman penggunaannya, mencakup acuan penyusunan SOP untuk Pemerintah Daerah.
2.	Pedoman evaluasi rancangan teknologi, yang mencakup apa saja yang perlu dievaluasi dan kriterianya.
3.	Standar kompetensi dan prosedur sertifikasi perancang RDF untuk memastikan kompetensi perancang.
4.	Sistem penilaian atau pengukuran kompetensi konsultan perencana dan kontraktor dalam merancang dan membangun RDF.
5.	Pedoman penentuan bentuk entitas/lembaga pengelola RDF, Pemerintah Daerah (minimal berupa UPTD-BLUD) atau Swasta, dengan mempertimbangkan kapasitas, teknologi dan kebutuhan <i>offtaker</i> .
6.	<p>Pedoman penilaian kinerja pengelolaan RDF, dengan melihat parameter sebagai berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jenis teknologi; • Keberfungsian (kriteria operasi sistem dan peralatan); • Jumlah produksi RDF; • Persentase produksi dari kapasitas desain (<i>idle capacity</i>); • Pemenuhan biaya CAPEX; • Entitas pengelola; • Pemanfaat (<i>Offtaker</i>); • Persentase penyerapan RDF; • Pemenuhan target hari operasi. <p>Panduan tersebut diharapkan juga dapat menjadi acuan proses audit oleh Pemerintah Daerah/Lembaga Audit, dengan pemantauan dilakukan setiap satu tahun sekali,</p>
7.	Mekanisme pelaporan kinerja dan memasukkannya ke dalam parameter yang dipantau dalam SIINSAN (Kementerian Pekerjaan Umum) dan SIPSN (Kementerian Lingkungan Hidup). Contoh: lokasi, kapasitas, status (beroperasi/tidak beroperasi/rusak).
8.	Panduan penyusunan SOP operasi dan pemeliharaan sistem dan peralatan.

No.	Daftar NSPK yang Dibutuhkan
9.	Menyusun pedoman pengaturan dan pengelolaan kerja sama dalam pengelolaan dan pemanfaatan RDF: <ul style="list-style-type: none"> • Pihak mana saja yang harus mempunyai PKS; • Apa saja yang diatur dalam PKS; • Pada fase mana, misalnya dapat dilakukan saat penyediaan infrastruktur dan teknologi selesai dilakukan; • Jangka waktu PKS.
10.	Petunjuk pelaksanaan perhitungan biaya OPEX RDF dari Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 7 Tahun 2021 tentang Tata Cara Perhitungan Tarif Retribusi dalam Penyelenggaraan Penanganan Sampah, untuk memberikan referensi kepada Pemerintah Daerah dengan kemampuan fiskal yang berbeda.
11.	Pedoman tentang penentuan: <ul style="list-style-type: none"> • <i>tipping fee</i> untuk RDF, dan • BLPS untuk RDF.
12.	Pengelolaan sampah dimasukkan dalam urusan wajib yang masuk dalam pelayanan dasar Pemerintah Daerah dan diatur dalam SPM.
13.	Pedoman bagi Pemerintah Daerah dan <i>offtaker</i> tentang perhitungan estimasi pengurangan GRK dari aktivitas pengolahan sampah menjadi RDF serta pembakarannya di industri, agar dapat dilihat besar kontribusinya terhadap reduksi GRK atau target ENDC.
14.	Pedoman formulasi harga untuk RDF yang didasarkan pada nilai kalor (GAR).
15.	SNI terkait spesifikasi RDF untuk industri prioritas.
16.	Panduan untuk penyusunan FS dan panduan evaluasi atau penilaian kelayakan FS.

4.3.2 Aspek Pengembangan Pasar

Pengembangan pasar RDF di Indonesia memerlukan strategi yang komprehensif untuk meningkatkan kapasitas penawaran dan permintaan. Kerja sama antara operator RDF dan *offtaker* sangat penting untuk mengamankan pasokan RDF melalui kontrak kerja sama jangka panjang yang melibatkan Pemerintah Daerah, operator RDF, dan *offtaker*. Dalam upaya mendorong pengembangan proyek konversi energi industri, kebijakan yang mendukung seperti pembatasan emisi GRK dan pengurangan subsidi batu bara secara bertahap kepada industri perlu diterapkan, serta kebijakan yang mendorong PLTU untuk menambah bauran EBT dalam transisi energi.

Penghapusan regulasi yang menghambat, seperti subsidi batu bara, dapat menciptakan pasar yang lebih kompetitif bagi RDF, karena harga RDF akan lebih bersaing dengan harga batu bara. Kebijakan pembatasan emisi GRK industri juga akan memberikan dampak positif terhadap pasar RDF, mendorong transisi dari bahan bakar fosil ke penggunaan RDF yang memiliki faktor emisi lebih rendah. Dalam hal ini, penting untuk mengembangkan teknologi RDF yang terjangkau dan mudah diterapkan dalam berbagai skala, dengan fokus pada pengembangan dan komersialisasi teknologi yang dapat mengadopsi RDF serta mengurangi GRK secara signifikan. Menciptakan iklim investasi yang berisiko rendah akan memastikan akses pasar dan aliran pendapatan yang dapat diprediksi, serta memfasilitasi pembiayaan pembangunan dan pengoperasian fasilitas RDF.

Dukungan pengembangan skema bisnis RDF, yang memungkinkan akses pada alternatif pendanaan dan melibatkan *offtaker*, juga diperlukan untuk membangun arah pasokan yang jelas. Penguatan kerja sama antar lembaga dan pemangku kepentingan akan membantu dalam meningkatkan kualitas RDF dan menyediakan informasi yang diperlukan untuk memfasilitasi hubungan antara operator dan *offtaker*. Mempromosikan RDF untuk digunakan di industri yang memanfaatkan *boiler* dan menyebarluaskan praktik baik dalam pengelolaan sampah menjadi RDF, serta membantu dalam menciptakan

matchmaking antara Pemerintah Daerah dan investor, akan meningkatkan permintaan serta penggunaan RDF.

Selain itu, penyusunan standar nasional untuk spesifikasi RDF akan meningkatkan kepercayaan konsumen dan efisiensi biaya operasi pabrik. Mengingat kompleksitas proses konversi MSW ke RDF yang melibatkan manajemen risiko yang signifikan, keterlibatan Pemerintah dan kontribusi dari sumber Pemerintah menjadi krusial untuk memastikan kelayakan ekonomi proyek, sekaligus meningkatkan kesehatan masyarakat, kebersihan lingkungan, dan pengurangan polusi melalui pelibatan *multi-stakeholders* dan kolaborasi pentahelix di tingkat daerah. Penguatan kerja sama dan sinergi antar daerah serta koordinasi dengan Pemerintah Pusat juga menjadi prioritas agar Pemerintah Pusat dan daerah dapat selaras dalam mencapai tujuan yang sama.

Strategi pengembangan pasar ini mencakup peningkatan kapasitas produksi RDF, peningkatan kualitas RDF, diversifikasi produk RDF, pengembangan infrastruktur pendukung yang memadai, optimalisasi kerja sama antar pemangku kepentingan, dan penyusunan kebijakan dan regulasi yang mendukung pemanfaatan RDF. Upaya promosi dan sosialisasi yang masif juga sangat diperlukan guna meningkatkan pemahaman dan penerimaan industri terhadap pemanfaatan RDF sebagai bahan bakar alternatif.

Kepastian Suplai

Didukung oleh kebijakan dan kontrak jangka panjang antara produsen dan *offtaker*, diharapkan pasokan RDF dapat menjadi stabil dan mencukupi kebutuhan industri. Jaminan kuantitas menjadi aspek yang sangat penting bagi *offtaker*, karena memastikan bahwa pasokan RDF tersedia pada waktu yang tepat sesuai dengan pemesanan yang telah dilakukan. Untuk meningkatkan bankabilitas proyek RDF, pendampingan yang fokus pada kelayakan proyek sangat dibutuhkan, sehingga investor dan pihak terkait dapat merasa lebih yakin dalam berinvestasi. Namun, di sisi lain, regulasi yang spesifik untuk mendukung pengembangan RDF masih terbatas, yang dapat menjadi penghalang dalam mempercepat pertumbuhan dan pemanfaatan RDF di pasar.

Penetapan rencana pengembangan RDF harus dilakukan dengan mempertimbangkan potensi *offtaker* yang ada. Target-target tersebut kemudian akan diterjemahkan menjadi jumlah dan jenis fasilitas yang diperlukan untuk masing-masing wilayah prioritas, sehingga dapat mencapai keseimbangan antara pasokan dan kebutuhan RDF. Kementerian Pekerjaan Umum berperan dalam hal ini dengan menetapkan kebijakan implementasi RDF sebagai bagian dari strategi pengelolaan sampah di kota dan kabupaten.

Salah satu langkah penting adalah penyusunan Peraturan Daerah Pengelolaan Sampah yang mewajibkan pengolahan di fasilitas *intermediate*, di mana hanya residu yang akan diangkut ke TPA. Pemerintah Daerah juga perlu memfasilitasi kerja sama antardaerah dalam satu provinsi, menciptakan kemitraan, dan membangun jejaring dalam pengelolaan sampah untuk memastikan pasokan bahan baku RDF tetap terjaga.

Selain itu, penyelenggaraan koordinasi, pembinaan, dan pengawasan kinerja kabupaten/kota dalam pengelolaan sampah menjadi tugas penting bagi Pemerintah Daerah. Kebijakan dan strategi pengelolaan sampah yang ditetapkan harus selaras dengan kebijakan nasional dan provinsi, sehingga dapat menciptakan kerangka kerja yang komprehensif. Pemantauan dan evaluasi secara berkala, dilakukan setiap tahun selama sepuluh tahun terhadap TPST RDF, juga penting untuk memastikan bahwa sarana dan prasarana RDF yang telah dibangun berfungsi secara efektif sesuai dengan harapan.

Kementerian Pekerjaan Umum memiliki peran strategis dalam menjamin kepastian pasokan RDF melalui beberapa mekanisme. Kementerian ini bertanggung jawab atas

pengembangan infrastruktur pengelolaan sampah, termasuk pembangunan beberapa TPST RDF dan *sanitary landfill*. Dengan membangun fasilitas TPST RDF yang efisien dan terintegrasi, kementerian PU dapat memastikan pasokan limbah yang konsisten untuk diproses menjadi RDF.

Kementerian PU dapat berkolaborasi dengan Pemerintah Daerah untuk menciptakan kebijakan yang mendukung pengelolaan sampah yang efektif, termasuk penyusunan peraturan yang mengatur pengelolaan dan pemanfaatan sampah. Selain itu, Kementerian ini juga berperan dalam memfasilitasi kerjasama antara sektor publik dan swasta. Dengan menggandeng pihak swasta dalam pengelolaan dan pengembangan fasilitas pengolahan RDF, Kementerian PU dapat meningkatkan kapasitas produksi dan memperluas jangkauan pasokan RDF. Kementerian PU juga memiliki tanggung jawab untuk memantau dan mengevaluasi kinerja sistem pengelolaan sampah yang dibangun dari APBN. Dengan melakukan pengawasan yang ketat, Kementerian PU dapat mengidentifikasi dan mengatasi potensi masalah dalam rantai pasokan RDF sehingga mendukung pengembangan dan keberlangsungan pasokan.

Jaminan Kualitas

Rekomendasi untuk pengembangan bahan bakar RDF mencakup penyusunan SNI sebagai acuan untuk standar dan kualitas produk seperti SNI terkait biomassa dan BBJP guna mendukung aplikasi *co-firing* di PLTU. Untuk memenuhi persyaratan kualitas yang diharapkan oleh pengguna akhir dan memastikan profitabilitas, produsen RDF perlu menerapkan teknik manajemen pengendalian kualitas yang ketat, yang sering kali memerlukan investasi tambahan dalam peralatan teknis khusus. Dalam hal ini, fasilitasi dan koordinasi dengan PLN, kementerian/lembaga, dan pemangku kepentingan terkait, termasuk Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, sangat penting untuk mendorong sinergi dalam penerapan standar tersebut. Selain itu, pengelolaan kualitas sumber sampah sebagai bahan baku RDF harus dilakukan melalui sistem pengendalian kualitas yang baik, yang melibatkan kerja sama antara Pemerintah Daerah dan operator RDF. Untuk menjaga kualitas produk, evaluasi dan pengujian laboratorium terhadap produk RDF perlu dilakukan secara berkala, sehingga dapat menjamin kualitas yang dihasilkan memenuhi standar yang ditetapkan serta mampu memberikan nilai tambah bagi semua pihak yang terlibat.

Harga RDF

Pada aspek ini, ditetapkan pedoman formulasi harga untuk RDF yang didasarkan pada nilai kalor (GAR). Sesuai dengan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 12 Tahun 2017 tentang Kebijakan Energi Terbarukan, RDF dapat diperlakukan sebagai salah satu sumber energi terbarukan yang perlu mendapatkan perhatian harga yang layak. Rekomendasi ini dapat meningkatkan daya saing RDF termasuk penerapan kebijakan insentif fiskal, pajak, dan kompensasi bagi industri yang memanfaatkan RDF. Selain itu, pencabutan bertahap subsidi batu bara kepada industri, serta kebijakan yang mendorong PLTU untuk memperbesar bauran EBT dalam transisi energi juga sangat diperlukan. Faktor-faktor pendorong utama yang mempengaruhi daya saing RDF mencakup harga bahan bakar fosil, konsistensi kualitas RDF, keamanan pasokan, pajak atau biaya terkait penggunaan RDF, biaya transportasi, serta potensi penghematan CO₂ dalam konteks sistem perdagangan emisi.

Penguatan Infrastruktur

Analisis kesenjangan menunjukkan bahwa ketersediaan infrastruktur yang mendukung distribusi dan penggunaan RDF di pabrik atau pembangkit listrik merupakan faktor penting dalam perkembangan pasar RDF. Sementara itu, memanfaatkan fasilitas seperti pelabuhan khusus sebagai basis penyimpanan sementara memberikan keunggulan strategis dalam hal akses dari sisi darat maupun laut, yang sangat menguntungkan bagi

produsen dan *end-user* yang menggunakan jasa fasilitas pelabuhan sebagai bagian dari rantai pasokan RDF. Rekomendasi untuk meningkatkan konektivitas adalah pengembangan jalan dan jalur distribusi lainnya, termasuk mode transportasi yang baru, serta penguatan infrastruktur konektivitas dan sarana penunjang logistik, seperti telekomunikasi dan digitalisasi, yang penting untuk mendukung pengembangan pasar RDF. Selain itu pengelolaan secara regional dan penerapan mekanisme *transfer station* juga dapat menjadi pertimbangan sebagai solusi ke depan.

Kementerian Keuangan memiliki peran penting dalam memfasilitasi pembangunan infrastruktur RDF yang dibangun oleh Pemerintah Pusat melalui APBN dan dapat memfasilitasi bantuan dalam pemberian dana alokasi khusus (BLPS) untuk pengoperasian fasilitas pengolahan sampah.

Kementerian Keuangan juga berperan dalam pengembangan kebijakan fiskal yang mendukung investasi dalam infrastruktur hijau, termasuk insentif fiskal untuk proyek-proyek yang berkaitan dengan pengelolaan limbah dan energi terbarukan, antara lain pengurangan pajak, subsidi, atau akses ke pembiayaan dengan bunga rendah, yang membuat proyek TPST lebih menarik bagi investor swasta dan Pemerintah Daerah. Kementerian Keuangan dapat berkolaborasi dengan Kementerian Dalam Negeri, Kementerian Pekerjaan Umum, serta Pemerintah Daerah, untuk memastikan bahwa dana yang dialokasikan digunakan secara efisien dan mencapai tujuan yang diharapkan. Dengan melakukan pengawasan dan evaluasi berkala atas penggunaan dana, Kemenkeu dapat memastikan bahwa pengoperasian TPST RDF berjalan efektif dan memenuhi standar keberlanjutan serta menghasilkan manfaat yang optimal bagi masyarakat.

4.3.3 Aspek Skema dan Mekanisme Insentif

Kebijakan insentif fiskal dan non-fiskal untuk mendukung RDF bertujuan untuk menciptakan ekosistem yang kondusif bagi pengembangan teknologi sebagai solusi energi berkelanjutan. Pada aspek fiskal, Pemerintah dapat memberikan *tax holiday* kepada industri pionir RDF sebagai bentuk dukungan investasi awal yang substansial, sehingga dapat mengurangi risiko finansial, dan meningkatkan daya tarik sektor bagi investor. Selain itu, pengurangan pajak karbon atau subsidi langsung terhadap produksi dan penggunaan RDF dapat mendorong transisi dari bahan bakar fosil ke bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan.

Insentif lain, seperti pembebasan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) pada penjualan RDF dan pembebasan bea masuk untuk alat teknologi RDF, akan mengurangi hambatan biaya yang dihadapi oleh pelaku usaha. Potongan pajak hingga 300% untuk kegiatan penelitian dan pengembangan (R&D) serta pelatihan tenaga kerja juga memiliki potensi meningkatkan inovasi teknologi dan kapasitas sumber daya manusia di sektor ini. Di sisi pembiayaan, *green financing*, seperti obligasi hijau (*green bonds*) dan sukuk hijau, menyediakan alternatif pendanaan yang menarik bagi perusahaan, sementara kebijakan makroprudensial dari Bank Indonesia yang mendukung kredit hijau dapat memperluas akses pendanaan untuk proyek RDF.

Aspek yang perlu dipertimbangkan adalah penguatan kebijakan insentif fiskal dengan memasukkan industri semen, tekstil, kertas, dan pembangkit listrik berbasis biomassa dalam kategori industri pionir yang berhak mendapatkan fasilitas *tax holiday* dan *tax allowance*. Saat ini, industri pionir yang mendapatkan fasilitas insentif pajak masih terbatas pada sektor logam dasar, petrokimia, kimia dasar, kendaraan bermotor, dan infrastruktur ekonomi. Jika industri pengguna RDF dapat dikategorikan dalam industri strategis yang berkontribusi terhadap transisi energi dan pengurangan emisi karbon, maka daya tarik

investasi dalam RDF akan meningkat secara signifikan. Selain itu, skema *super deduction tax* untuk kegiatan litbang (*research and development*) dapat dimanfaatkan untuk mendorong inovasi teknologi dalam pemrosesan RDF agar memiliki efisiensi energi yang lebih tinggi dan emisi yang lebih rendah.

Selain insentif perpajakan, fasilitas kepabeanan juga berpotensi menjadi instrumen strategis dalam mempercepat adopsi RDF. Saat ini, terdapat kebijakan Kemudahan Impor Tujuan Ekspor (KITE) yang membebaskan bea masuk serta PPN atas bahan baku yang digunakan dalam industri berorientasi ekspor. Jika RDF dapat dimasukkan dalam skema ini sebagai bahan bakar alternatif bagi industri semen dan tekstil yang mengekspor produknya, maka biaya produksi dapat ditekan, meningkatkan daya saing produk Indonesia di pasar global, terutama dalam menghadapi regulasi pajak karbon seperti *Carbon Border Adjustment Mechanism* (CBAM) di Uni Eropa. Selain itu dapat juga dilakukan dengan memberikan nilai lebih pada peserta lelang bagi kontraktor pemerintah (memasukkan kriteria kontraktor yang menggunakan semen yang menggunakan RDF) sebagai salah satu faktor insentif. Dengan demikian, kebijakan insentif RDF tidak hanya berfokus pada aspek penggunaan domestik tetapi juga diarahkan untuk memperkuat daya saing ekspor industri berbasis RDF.

Aspek kepastian investasi dan penjaminan infrastruktur juga harus diperkuat agar proyek RDF lebih menarik bagi investor. Salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah dengan menetapkan RDF sebagai proyek strategis nasional sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 78 Tahun 2010 tentang Percepatan Pembangunan Infrastruktur Prioritas. Berdasarkan status ini, proyek RDF dapat memperoleh akses terhadap skema penjaminan infrastruktur dari PT Penjaminan Infrastruktur Indonesia (PT PII), yang akan meningkatkan kelayakan finansial proyek-proyek RDF. Studi yang dilakukan oleh Asian Development Bank (ADB) menunjukkan bahwa proyek energi terbarukan yang memperoleh jaminan infrastruktur memiliki daya tarik lebih tinggi bagi investor dibandingkan proyek yang hanya mengandalkan skema pembiayaan konvensional. Oleh karena itu, kebijakan insentif RDF perlu disinergikan dengan berbagai skema investasi berbasis keberlanjutan agar proyek RDF memiliki landasan finansial yang kuat dan dapat menarik lebih banyak pendanaan dari sektor swasta dan lembaga pendanaan hijau.

Selain insentif fiskal dan kepabeanan, koordinasi lintas sektor masih menjadi tantangan utama dalam implementasi RDF. Saat ini, kebijakan terkait RDF tersebar dalam berbagai regulasi yang mencakup pengelolaan sampah, perpajakan, energi, dan industri, sehingga berpotensi menciptakan ketidaksepahaman antara kementerian dan lembaga yang bertanggung jawab. Oleh karena itu, diperlukan mekanisme koordinasi yang lebih terstruktur antara Kementerian Keuangan, Kementerian ESDM, dan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan agar implementasi RDF dapat berjalan lebih efektif dan tidak mengalami hambatan birokrasi yang menghambat realisasi insentif yang telah diberikan.

Selain itu, pemerintah daerah juga perlu lebih aktif dalam mendukung infrastruktur pengolahan limbah dan distribusi RDF ke industri pengguna, sehingga implementasi kebijakan RDF dapat berjalan optimal di seluruh wilayah Indonesia. Dengan pendekatan yang lebih terintegrasi antara insentif fiskal, kepabeanan, investasi, serta koordinasi lintas sektor, RDF dapat menjadi solusi yang lebih efektif dalam mendukung transisi energi serta memperkuat daya saing industri nasional dalam menghadapi tantangan ekonomi global berbasis ekonomi hijau.

Dalam aspek non-fiskal, kontrak pengadaan energi berbasis RDF antara Pemerintah dan sektor industri melalui PLN atau BUMN terkait energi dapat menciptakan pasar yang stabil dan terjamin bagi RDF. Selain itu, memasukkan RDF dalam target EBT nasional akan meningkatkan pengakuan strategis RDF sebagai bagian integral dari transisi energi. Upaya

ini perlu didukung dengan pembangunan fasilitas pendukung, seperti tempat penyortiran limbah di TPA besar dan sarana transportasi khusus, untuk meningkatkan efisiensi produksi RDF. Di tingkat regulasi, harmonisasi kebijakan lokal dengan mekanisme global, seperti CDM dan Paris Agreement Article 6, akan meningkatkan daya saing RDF dalam kerangka pasar internasional. Peningkatan aktivitas perdagangan karbon melalui insentif dan sanksi terkait emisi karbon juga diharapkan dapat menciptakan peluang baru untuk monetisasi emisi yang dihindari melalui pemanfaatan RDF.

Khusus untuk Pemerintah Daerah, insentif fiskal berupa bantuan biaya pembangunan infrastruktur RDF (CAPEX) dan biaya operasi serta pemeliharaan (OPEX) dapat diberikan melalui berbagai mekanisme pendanaan, baik dari Pemerintah Pusat (APBN, belanja kementerian/lembaga, Dana Alokasi Khusus) maupun sumber non-Pemerintah, seperti hibah luar negeri, dana iklim (*climate fund*), atau tanggung jawab sosial perusahaan (CSR). Insentif non-fiskal untuk Pemerintah Daerah dapat berupa penghargaan di forum regional dan internasional untuk daerah yang berhasil mengelola RDF dengan baik, sehingga memberikan motivasi moral dan meningkatkan reputasi daerah. Dengan penerapan kebijakan yang terintegrasi ini, RDF berpotensi menjadi solusi strategis dalam pengelolaan limbah berkelanjutan sekaligus mendukung target transisi energi di Indonesia.

Bentuk insentif non-fiskal lainnya juga mencakup pemberian *green certificate*, yakni sertifikasi lingkungan yang mengakui kontribusi perusahaan atau daerah dalam penggunaan energi terbarukan dan pengurangan emisi karbon. Sertifikat ini dapat meningkatkan daya saing industri serta membuka akses terhadap pasar dan pembiayaan hijau global. Selain itu, peningkatan peringkat dalam program PROPER (Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan dalam Pengelolaan Lingkungan) juga dapat mendorong adopsi RDF. Industri yang memanfaatkan RDF sebagai sumber energi alternatif dapat memperoleh nilai tambah dalam evaluasi lingkungan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, yang pada akhirnya memperkuat reputasi perusahaan dan meningkatkan daya tarik bagi investor. Dengan penerapan kebijakan yang terintegrasi ini, RDF berpotensi menjadi solusi strategis dalam pengelolaan limbah berkelanjutan sekaligus mendukung target transisi energi di Indonesia.

Untuk memastikan proyek RDF layak mendapatkan penjaminan dan insentif yang optimal, RDF perlu didorong menjadi salah satu prioritas pembangunan nasional. Pengolahan sampah sendiri telah masuk dalam 20 prioritas pembangunan dalam RPJPN 2025-2045. Oleh karena itu, RDF direkomendasikan untuk masuk sebagai program prioritas dalam RPJMN mulai tahun 2030 hingga 2045. Adanya status prioritas nasional, Pemerintah dapat mengalokasikan kebijakan insentif yang lebih komprehensif, baik dalam bentuk fiskal maupun non-fiskal, guna meningkatkan daya tarik investasi dan mempercepat adopsi RDF sebagai solusi pengelolaan sampah yang berkelanjutan.

Insentif Jangka Pendek

Insentif jangka pendek merupakan bentuk dukungan yang dapat langsung dirasakan manfaatnya oleh pengelola RDF maupun industri yang menggunakannya. Insentif ini berupa keringanan pajak, subsidi, dan pendanaan langsung yang bertujuan untuk meningkatkan daya saing dan mempercepat adopsi RDF ke dalam industri.

Beberapa insentif fiskal yang dapat diberikan dalam jangka pendek meliputi:

1. **Insentif Pajak** seperti *Tax Holiday* dan *Super Tax Deduction* yang mengurangi beban pajak bagi investor atau pelaku industri RDF, sehingga investasi di sektor ini bisa menjadi lebih menarik.
2. **Subsidi dan Pendanaan** berupa subsidi harga RDF, hibah, serta pendanaan hijau yang memungkinkan industri memperoleh RDF dengan harga lebih terjangkau.

3. **Insentif Bea Masuk dan Pajak Daerah** dengan mengurangi biaya impor peralatan atau bahan baku RDF serta memberikan insentif pajak bagi perusahaan yang mengadopsi RDF dalam proses produksi.
4. **Subsidi Operasional Fasilitas RDF** yang bertujuan untuk membantu pengelola RDF dalam menutupi biaya operasional, sehingga produksi dapat berjalan lebih efisien.
5. **Pengurangan Pajak Penghasilan (PPh)** bagi perusahaan yang terlibat dalam produksi dan pemanfaatan RDF untuk memberikan keringanan fiskal.
6. **PPN Ditanggung Pemerintah untuk Pembelian Peralatan RDF** yang dapat meringankan beban pajak dalam pengadaan mesin dan teknologi RDF.
7. **Kredit Berbunga Rendah dan Obligasi Hijau** yang dapat memberikan akses pendanaan dengan bunga rendah bagi pelaku industri RDF agar dapat mengembangkan bisnis mereka.
8. **Subsidi Logistik RDF** untuk mengurangi biaya distribusi RDF dan meningkatkan aksesibilitas bagi industri pengguna.
9. **Registrasi & Audit Carbon Credit** untuk memberikan pengakuan terhadap industri yang telah berkontribusi dalam pengurangan emisi karbon, sehingga mereka dapat memperoleh manfaat finansial dari perdagangan karbon.

Insentif yang telah dijelaskan diharapkan dapat memberikan dampak yang cepat dan konkret bagi pengelola RDF dan industri pengguna. Adanya subsidi dan keringanan pajak, industri dapat lebih cepat beradaptasi dengan penggunaan RDF tanpa menanggung biaya awal yang cukup tinggi.

Insentif Jangka Panjang

Berbeda dengan insentif jangka pendek yang bersifat langsung, insentif jangka panjang lebih berfokus pada aspek struktural dan sistemik dalam membangun ekosistem RDF yang berkelanjutan. Implementasi insentif untuk jangka panjang membutuhkan kolaborasi antara Pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat untuk menciptakan kebijakan yang lebih stabil dan berorientasi jangka panjang.

Beberapa insentif yang termasuk dalam kategori ini adalah:

1. **Penjaminan Infrastruktur dari PT PII** yang berfungsi untuk mengurangi risiko investasi dalam pengembangan infrastruktur RDF, sehingga investor lebih tertarik untuk terlibat dalam proyek ini.
2. **Carbon Credit & Impact Fund** yang bertujuan untuk memberikan insentif keuangan bagi industri yang mampu mengurangi emisi karbon melalui penggunaan RDF, sekaligus mendukung pendanaan proyek-proyek lingkungan.
3. **Regulasi dan Kebijakan Pendukung** yang mencakup peraturan yang jelas mengenai standar RDF, insentif fiskal berkelanjutan, serta kebijakan untuk mendorong penggunaan RDF secara lebih luas.
4. **Kemitraan dan Kolaborasi** antara Pemerintah, sektor swasta, dan lembaga riset dalam bentuk PPP, pelatihan tenaga kerja, serta penyediaan fasilitas penelitian untuk inovasi RDF.
5. Kemudahan Perizinan dan Regulasi yang bertujuan untuk menyederhanakan proses perizinan bagi industri RDF agar adopsinya lebih cepat dan efisien.

6. **Standarisasi dan Sertifikasi RDF** untuk memastikan bahwa RDF yang diproduksi memiliki kualitas yang sesuai dengan standar nasional maupun internasional, sehingga dapat lebih diterima oleh industri pengguna.
7. **Pendampingan dan Penguatan Kapasitas SDM** guna meningkatkan kompetensi tenaga kerja di bidang RDF melalui pelatihan dan sertifikasi.
8. **Penguatan Infrastruktur Pendukung** seperti pembangunan fasilitas pengolahan RDF dan integrasi dengan sistem pengelolaan sampah yang lebih efisien.
9. **Program PROPER** sebagai sistem pemeringkatan bagi industri yang berkomitmen terhadap praktik bisnis berkelanjutan, termasuk penggunaan RDF sebagai sumber energi alternatif.
10. **Standar Industri Hijau** yang mendorong perusahaan untuk menerapkan prinsip ekonomi hijau dan mengadopsi RDF sebagai bagian dari strategi keberlanjutan mereka.

Insentif jangka panjang ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan bisnis dan regulasi yang dapat mendukung pertumbuhan industri RDF secara berkelanjutan. Implementasinya memerlukan pendekatan holistik yang melibatkan peran aktif dari berbagai pemangku kepentingan agar sistem RDF dapat berkembang secara optimal dalam jangka waktu yang lebih panjang.

4.3.4 Aspek Peningkatan Kapasitas

Untuk mendukung penerapan RDF secara berkelanjutan, diperlukan kebijakan, peraturan, dan standar nasional yang disertai dengan pembinaan dan pengawasan. Peran fasilitator dari berbagai pihak, termasuk Kementerian Pekerjaan Umum, Kementerian Lingkungan Hidup, asosiasi sektor informal, NGO, institusi sejenis, serta sektor swasta dan universitas, menjadi kunci dalam memastikan pengelolaan RDF yang efektif. Upaya ini juga harus mencakup peningkatan kapasitas sumber daya manusia dan edukasi masyarakat melalui forum berkala di tingkat kabupaten/kota yang bertujuan untuk memperkuat kemitraan antara sektor informal, Pemerintah, dan pelaku bisnis di bidang persampahan.

Beberapa opsi peningkatan kapasitas yang sedang didiskusikan dengan kementerian dan lembaga terkait antara lain adalah pemanfaatan Balai Teknologi Sanitasi (BTS) di bawah Kementerian Pekerjaan Umum. Namun, opsi ini masih membutuhkan dukungan signifikan, terutama dalam pengembangan modul pelatihan serta kesiapan tenaga pelatihnya. Alternatif lain adalah pembentukan 'RDF Center' yang dikelola oleh lembaga yang memiliki kapasitas dan pengalaman dalam pengelolaan RDF, seperti asosiasi industri. Namun, upaya ini juga membutuhkan dukungan pendanaan serta pendampingan teknis agar dapat berjalan secara efektif dan berkelanjutan.

Selain itu, pengembangan program pelatihan harus dioptimalkan dengan teknologi RDF terbaru serta didukung oleh kolaborasi dengan institusi pendidikan tinggi guna memperluas pengetahuan dan keterampilan tenaga kerja di sektor ini. Program peningkatan kapasitas yang berkelanjutan bagi Pemerintah Daerah, operator pengelolaan limbah, dan industri sangat penting untuk memperdalam pemahaman mereka mengenai produksi dan pemanfaatan RDF, serta manfaat lingkungan dan ekonomi yang dapat dihasilkan. Sistem pelatihan yang lebih terstruktur dan berkelanjutan perlu dibangun untuk menggantikan pendekatan berbasis proyek yang memiliki keterbatasan waktu, seperti yang sebelumnya dilakukan oleh program ISWMP dan proyek RDFact oleh RDI (Resilience Development Initiative).

Memfasilitasi pengembangan dan pertukaran pengetahuan melalui mekanisme pengelolaan pengetahuan (*knowledge management*) juga merupakan langkah strategis dalam mendorong penerapan RDF di Indonesia. Pertukaran informasi antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk sektor swasta, akademisi, lembaga keuangan, dan masyarakat, akan mempercepat adopsi teknologi RDF sebagai bagian dari strategi dekarbonisasi nasional. Transfer teknologi dan berbagi praktik terbaik dari proyek RDF, baik nasional maupun internasional, dapat mempercepat inovasi dan solusi dalam pengelolaan RDF.

Inovasi yang dapat dimanfaatkan langsung oleh masyarakat, pengembangan sumber daya manusia yang berkualitas, serta program sertifikasi teknologi akan menciptakan keunggulan kompetitif bagi produk RDF. Pendampingan teknis dalam pengembangan fasilitas RDF, edukasi dan sosialisasi kepada masyarakat, serta advokasi melalui kampanye positif perlu terus diperkuat agar masyarakat lebih terlibat dalam pengembangan RDF. Kolaborasi yang erat antara Pemerintah, universitas, dan para pemangku kepentingan lainnya akan memastikan bahwa upaya ini dapat berjalan secara sistematis dan memberikan dampak berkelanjutan bagi lingkungan dan ekonomi.

4.3.5 Aspek Riset dan Pengembangan

Kondisi ideal untuk pengembangan inovasi dan riset di bidang teknologi harus mencakup kolaborasi yang kuat antara perusahaan swasta, akademisi, serta koordinasi lintas sektor yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan. Selain itu, perlu ada ketersediaan pembiayaan yang memadai untuk penelitian dan pengembangan, serta terciptanya ekosistem riset yang mendukung inovasi secara berkelanjutan.

Untuk mencapai kondisi tersebut, beberapa upaya harus dilakukan, termasuk perbaikan kualitas regulasi kelembagaan terkait ilmu pengetahuan dan teknologi, dengan kebijakan penelitian dan inovasi yang konsisten serta dukungan terhadap tata kelola riset yang baik. Hal ini juga mencakup penguatan regulasi di sektor finansial untuk mendanai kegiatan R&D. Pembenahan tata kelembagaan sangat penting, seperti integrasi lembaga intermediasi ke dalam sistem translasi invensi menjadi inovasi, serta pembenahan mekanisme akuntabilitas riset.

Peningkatan kualitas sumber daya manusia di bidang riset juga perlu dilakukan, di samping perbaikan insentif dan pendanaan, yang dapat difasilitasi melalui dana abadi penelitian dan pendanaan riset yang bersifat kompetitif. Analisis kesenjangan menunjukkan bahwa untuk mencapai kemajuan teknologi yang diinginkan dan meningkatkan kompleksitas industri, riset dan pengembangan yang konsisten sangat diperlukan. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mencapai target proporsi anggaran riset Pemerintah terhadap PDB, guna memastikan bahwa investasi di bidang riset dan inovasi dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi pertumbuhan dan perkembangan ekonomi secara keseluruhan.

Pelibatan *multi-stakeholders* dan kolaborasi antara Pemerintah, dunia usaha, lembaga riset, serta perguruan tinggi sangat penting untuk mendorong inovasi dalam pengembangan teknologi pemrosesan RDF, khususnya dalam proses pemilahan dan pengeringan RDF. Integrasi teknologi RDF dengan teknologi lainnya, seperti BBJP, kompos, dan BSF, juga menjadi fokus penting dalam menciptakan solusi yang lebih efektif. Selain itu, inovasi teknologi lanjutan diperlukan untuk memproduksi RDF kelas 4, 5, dan 6, sesuai dengan kebutuhan industri non-semen. Kerja sama dalam transfer pengetahuan dan teknologi dari pemangku kepentingan, baik di dalam maupun luar negeri, tentunya diperlukan untuk meningkatkan kapasitas kolektif dalam mengatasi isu-

isu teknologi terkini. Mengimplementasikan sistem informasi terintegrasi menjadi langkah strategis yang dapat memantau dan mengelola data teknologi terbaru, data suplai dan permintaan RDF, serta kebutuhan transfer ilmu dan teknologi, sehingga memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih baik. Integrasi metode RDF dengan teknologi lainnya seperti BBJP diharapkan dapat mendorong dampak positif, termasuk penggunaan bahan bakar yang lebih efisien, produksi berbagai macam produk yang lebih beragam, serta peningkatan pendapatan. Dengan penyempurnaan teknologi yang terus dilakukan, diharapkan akan dihasilkan RDF dengan kualitas yang lebih baik, menjadikannya lebih menarik bagi *offtaker* dan meningkatkan daya tarik pasar untuk produk ini.

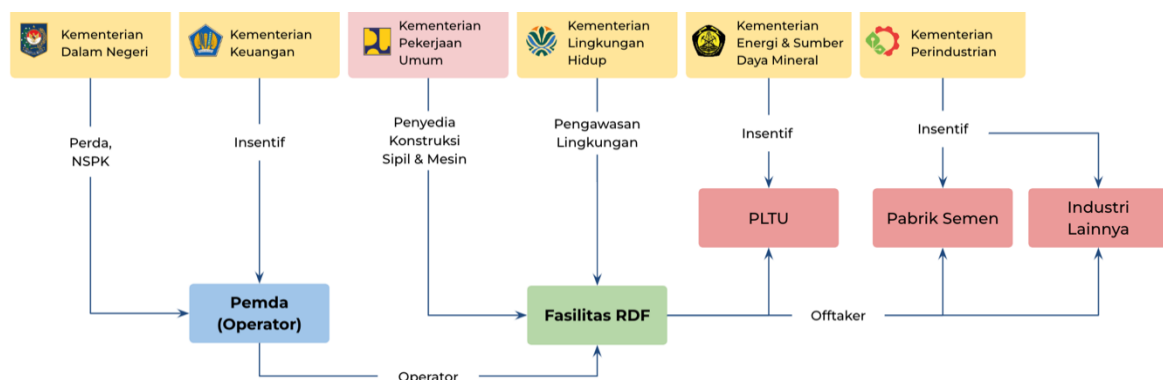
4.4 Rekomendasi Model Penyediaan dan Pengelolaan RDF dan Skema Pendanaan

Dalam upaya memperluas fasilitas RDF di Indonesia, diperlukan model bisnis yang berkelanjutan dan dapat diterapkan secara efektif di berbagai daerah. Model bisnis yang tepat tidak hanya harus memastikan keberlanjutan operasional dan finansial, tetapi juga mendorong partisipasi aktif dari Pemerintah, swasta, serta pemanfaat RDF. Oleh karena itu, rekomendasi model bisnis dalam kajian ini mempertimbangkan aspek investasi, kemitraan, insentif ekonomi, serta regulasi yang dapat mendukung pengembangan dan keberlanjutan RDF sebagai solusi pengelolaan sampah yang lebih ramah lingkungan dan bernilai ekonomi.

4.4.1 Rekomendasi Model Penyediaan dan Pengelolaan

Model 1

Model ini menggunakan pendekatan yang menjadikan penyediaan dan pengelolaan RDF didorong oleh Pemerintah (*government-driven*).



Gambar 4.17 Rekomendasi Model 1

Model pertama mengandalkan Pemerintah Daerah sebagai operator utama fasilitas RDF. Dalam skema ini, Pemerintah Daerah menerima dukungan regulasi dari Kementerian Dalam Negeri serta insentif finansial dari Kementerian Keuangan. Infrastruktur RDF didukung oleh Kementerian Pekerjaan Umum dalam penyediaan konstruksi sipil dan mesin, sementara pengawasan lingkungan dilakukan oleh Kementerian Lingkungan Hidup. Hasil RDF kemudian diserap oleh industri seperti PLTU dan pabrik semen dengan dukungan insentif dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan Kementerian Perindustrian. Model ini memberikan kendali penuh kepada Pemerintah Daerah, tetapi menuntut kapasitas operasional dan manajerial yang memadai agar RDF dapat berjalan secara berkelanjutan.

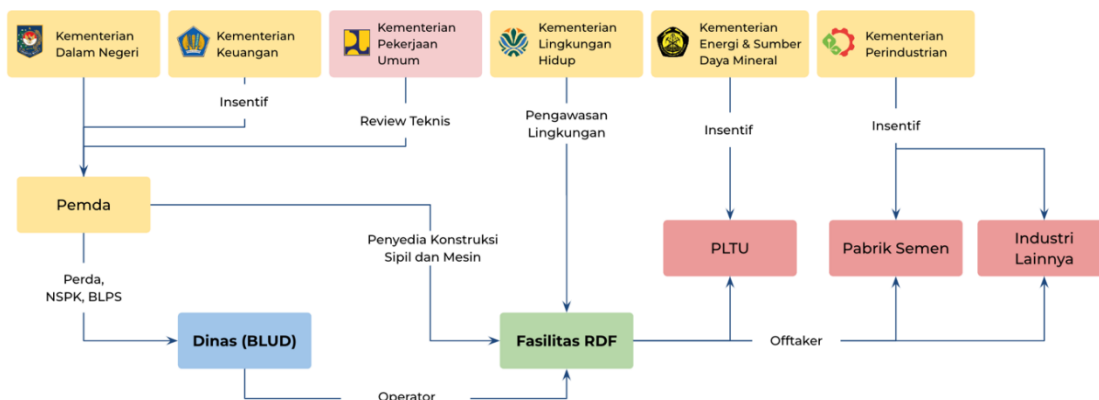
Model ini menempatkan Pemerintah Daerah sebagai operator utama dalam pengelolaan fasilitas RDF. Pemerintah Daerah mendapatkan dukungan regulasi, insentif fiskal, serta bantuan teknis dari berbagai kementerian terkait, seperti Kementerian Dalam Negeri, Kementerian Keuangan, dan Kementerian Pekerjaan Umum. Dengan adanya dukungan ini, implementasi proyek RDF menjadi lebih terjamin karena dikelola langsung oleh pihak yang memiliki wewenang di daerah. Selain itu, koordinasi antar instansi menjadi lebih mudah, mengingat Pemerintah Daerah memiliki akses langsung ke berbagai kementerian yang memberikan bantuan regulasi dan teknis. Keuntungan lainnya adalah adanya pendampingan teknis dalam perencanaan dan penyediaan fasilitas RDF, termasuk dalam hal konstruksi dan pengadaan mesin. Pemerintah Daerah juga berhak mendapatkan insentif fiskal dan dukungan kebijakan dari Pemerintah Pusat, yang dapat membantu mempercepat realisasi proyek ini.

Namun, model ini memiliki beberapa tantangan yang perlu diperhatikan. Salah satu kendala utama adalah keterbatasan pendanaan dari Pemerintah, mengingat proyek RDF membutuhkan investasi yang besar. Selain itu, karena Pemerintah Daerah berorientasi pada pelayanan publik, pertimbangan ekonomi, kemampuan teknis, dan keberlanjutan finansial sering kali tidak menjadi prioritas utama, sehingga ada risiko ketidakefektifan operasional. Kapasitas dan kemampuan pengelolaan RDF di tingkat daerah juga masih tergolong rendah, terutama dalam hal efisiensi dan keberlanjutan pengelolaan fasilitas. Selain itu, operasional RDF sangat bergantung pada alokasi anggaran tahunan dari Pemerintah Pusat maupun daerah, yang dapat berubah sesuai dengan kebijakan fiskal. Faktor lain yang mempengaruhi keberlanjutan RDF adalah ketergantungan pada industri sebagai *offtaker*. Jika tidak ada kesepakatan jangka panjang dengan *offtaker*, maka pemanfaatan RDF bisa terhambat dan mengancam keberlanjutan proyek.

Secara keseluruhan, model ini memberikan kepastian regulasi dan dukungan penuh dari Pemerintah, tetapi memiliki tantangan dalam hal pendanaan dan efisiensi pengelolaan. Keberhasilan implementasi RDF dengan Pemerintah Daerah sebagai operator sangat bergantung pada sinergi yang baik antara Pemerintah Daerah, kementerian terkait, serta industri pengguna RDF.

Model II

Model ini menggunakan pendekatan yang menjadikan penyediaan dan pengelolaan RDF didorong oleh Pemerintah (*government-driven*) dengan memanfaatkan sumber biaya pendanaan APBD.



Model kedua menggambarkan skema pengelolaan fasilitas RDF yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk kementerian, Pemerintah Daerah, dinas atau BLUD, serta industri sebagai *offtaker*. Dalam skema ini, Pemerintah Daerah berperan dalam

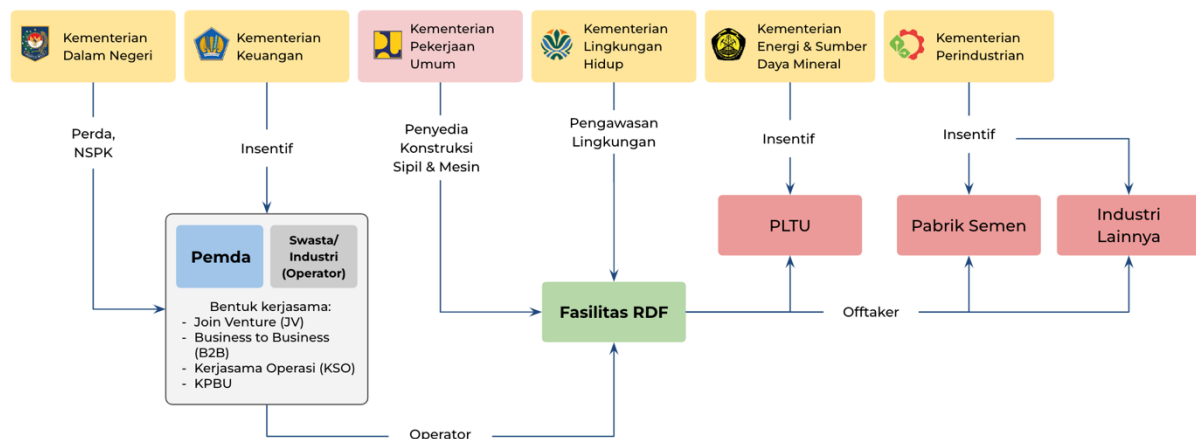
penyusunan regulasi dan kebijakan daerah serta memastikan dukungan finansial melalui mekanisme insentif yang diberikan oleh Kementerian Keuangan dan kementerian terkait. Dinas atau BLUD bertindak sebagai operator yang mengelola fasilitas RDF, sementara penyedia konstruksi sipil dan mesin bertanggung jawab atas pembangunan infrastruktur yang dibutuhkan. Fasilitas RDF kemudian mendistribusikan produknya ke berbagai industri, seperti PLTU, pabrik semen, dan sektor industri lainnya, yang memperoleh insentif dari kementerian terkait untuk pemanfaatan bahan bakar alternatif ini.

Kelebihan dari model ini adalah kepastian implementasi yang lebih tinggi karena dikelola langsung oleh Pemerintah Daerah melalui BLUD, yang memudahkan koordinasi dan mendapatkan dukungan dari berbagai kementerian. Selain itu, terdapat pendampingan teknis dalam perencanaan dan penyediaan fasilitas, serta kebijakan dan insentif fiskal yang diberikan oleh Pemerintah Pusat. Keunggulan lainnya adalah fleksibilitas bagi Pemerintah Daerah dalam menyesuaikan model ini dengan kemampuan fiskal daerah, sehingga lebih adaptif terhadap kondisi setempat.

Namun, terdapat beberapa kekurangan dalam model ini, terutama terkait keterbatasan pendanaan dari Pemerintah, yang dapat mempengaruhi operasional dan pengembangan fasilitas RDF. Selain itu, pertimbangan ekonomi dan keuangan tidak menjadi prioritas utama dalam model ini, sehingga aspek efisiensi dan profitabilitas bisa kurang diperhatikan. Kapasitas dan kemampuan pengelolaan juga masih menjadi tantangan, mengingat sebagian besar pengelolaan dilakukan dengan mengutamakan prinsip pelayanan publik dan bergantung pada anggaran Pemerintah. Keberlanjutan pemanfaatan RDF juga sangat bergantung pada perjanjian kerja sama yang disepakati dengan *offtaker*, sehingga apabila tidak ada kesepakatan jangka panjang, program ini berisiko mengalami ketidakstabilan dalam implementasinya.

Model III

Model ini menggunakan pendekatan yang menjadikan penyediaan RDF didorong oleh Pemerintah (*government-driven*), sedangkan pengelolaan didorong oleh Swasta atau Industri (*private-driven*).



Gambar 4.19 Rekomendasi Model III

Model ketiga melibatkan kolaborasi antara Pemerintah Daerah dan sektor swasta dalam mengoperasikan fasilitas RDF. Kemitraan ini dapat berbentuk *joint venture* (JV), *business to business* (B2B), kerja sama operasi (KSO), atau KPBU. Pemerintah Daerah tetap berperan sebagai regulator dan penerima insentif, sementara pihak swasta berkontribusi dalam pengelolaan operasional. Dengan skema ini, beban finansial dan operasional Pemerintah Daerah dapat dikurangi, sementara sektor swasta mendapat peluang bisnis dalam pengelolaan sampah dan produksi RDF.

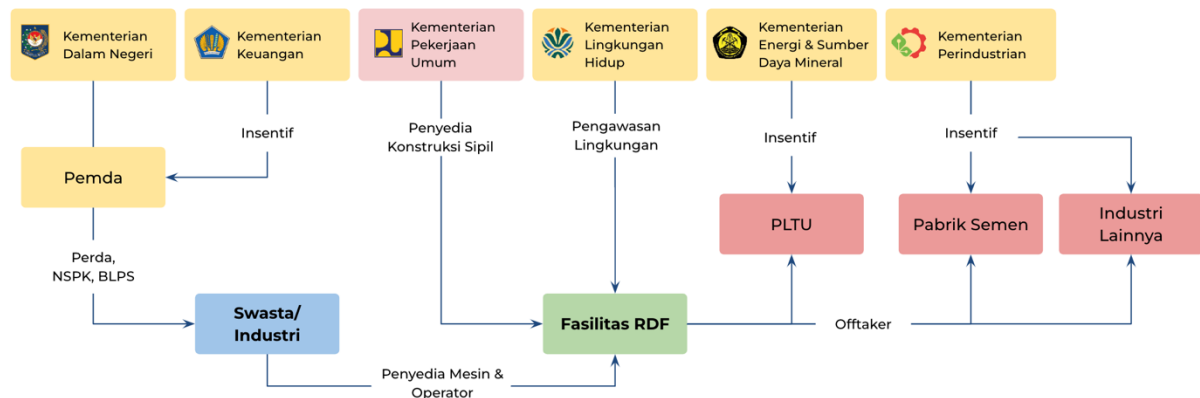
Keunggulan utama dari model ini adalah adanya kepastian dalam implementasi karena didukung oleh regulasi dan insentif fiskal dari kementerian terkait, seperti Kementerian Keuangan dan Kementerian Pekerjaan Umum. Selain itu, kolaborasi dengan sektor swasta meningkatkan efisiensi pengelolaan, mengurangi ketergantungan pada anggaran Pemerintah, serta memastikan fasilitas RDF dapat beroperasi secara lebih profesional. Dengan melibatkan industri, kapasitas dan kemampuan pengelolaan RDF juga menjadi lebih baik dibandingkan jika hanya dikelola oleh Pemerintah Daerah saja.

Namun, model ini juga menghadapi sejumlah tantangan. Salah satu kendala utama adalah keterbatasan pendanaan Pemerintah untuk penyediaan fasilitas RDF, sehingga investasi awal banyak bergantung pada partisipasi swasta. Selain itu, proses kerja sama membutuhkan waktu lebih lama karena harus melewati berbagai tahapan birokrasi, mulai dari perizinan hingga kesepakatan kontrak. Periode kerja sama juga relatif terbatas, terutama di luar skema KPBU yang umumnya hanya memiliki jangka waktu sekitar lima tahun. Ada pula risiko putus kontrak dengan pihak swasta jika terjadi perubahan kebijakan atau ketidaksepakatan dalam implementasi proyek. Selain itu, meskipun Pemerintah memiliki peran dalam pengawasan, kemampuan mereka dalam memastikan kinerja pengelola masih terbatas, yang dapat berdampak pada efektivitas operasional fasilitas RDF dalam jangka panjang.

Secara keseluruhan, model ini menawarkan solusi yang lebih efisien dan profesional dalam pengelolaan RDF dengan melibatkan sektor swasta. Namun, keberhasilannya sangat bergantung pada proses birokrasi yang efisien, pengawasan Pemerintah yang ketat, serta keberlanjutan kerja sama dengan industri agar proyek RDF dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan.

Model IV

Model ini menggunakan pendekatan yang menjadikan penyediaan RDF didorong oleh Pemerintah dan Swasta (*government & private-driven*), sedangkan pengelolaan didorong oleh Swasta atau Industri (*private-driven*).



Gambar 4.20 Rekomendasi Model IV

Pada model keempat, sektor swasta/industri memiliki peran yang lebih besar dibandingkan model sebelumnya. Pemerintah Daerah tetap menyediakan regulasi dan insentif, tetapi operasional RDF diserahkan kepada pihak swasta sebagai penyedia mesin sekaligus operator. Dengan pendekatan ini, fasilitas RDF dapat lebih cepat berkembang karena swasta memiliki keahlian dan efisiensi dalam investasi serta pengoperasian teknologi RDF. Namun, keberhasilan model ini sangat bergantung pada insentif yang menarik bagi investor serta jaminan pasar RDF yang stabil.

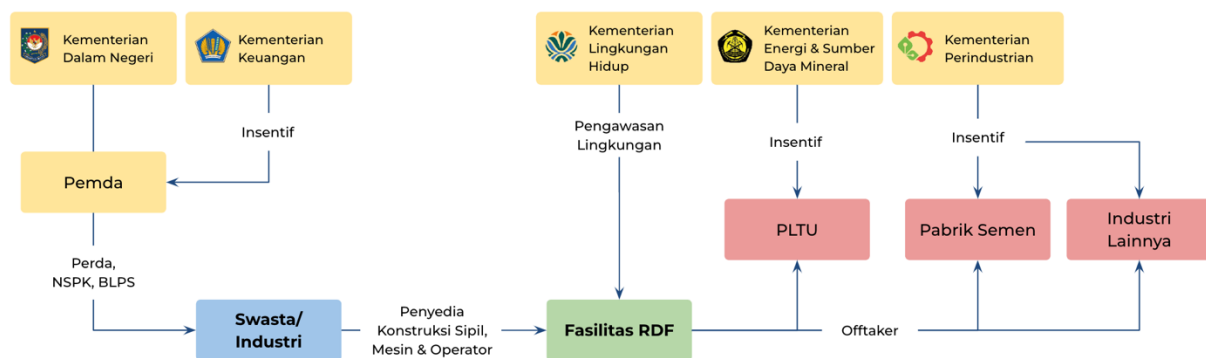
Keunggulan utama dari model ini adalah adanya kepastian implementasi karena didukung oleh regulasi yang kuat serta insentif dari berbagai kementerian. Selain itu, koordinasi dan dukungan dari berbagai pihak, termasuk pendampingan teknis dalam perencanaan dan penyediaan, semakin memperlancar operasional fasilitas RDF. Insentif kebijakan serta pembagian beban finansial dengan pihak swasta juga membantu mengurangi ketergantungan pada anggaran Pemerintah. Dengan melibatkan industri sebagai operator utama, kapasitas dan kemampuan pengelolaan RDF menjadi lebih baik, serta mengurangi risiko ketidakandalan teknologi dalam operasional.

Namun, model ini juga memiliki beberapa kelemahan. Salah satu tantangan utama adalah proses kerja sama yang membutuhkan waktu lama akibat birokrasi yang kompleks. Periode kerja sama masih terbatas, dengan rata-rata hanya lima tahun di luar skema KPBU. Risiko putus kontrak dengan pihak swasta juga menjadi kendala yang perlu diantisipasi agar fasilitas RDF dapat beroperasi secara berkelanjutan. Selain itu, kemampuan Pemerintah dalam memfasilitasi dan menengahi penyelesaian masalah antara pihak swasta dan industri masih terbatas, yang dapat memperlambat penyelesaian konflik. Pengawasan terhadap kinerja pengelola juga menjadi tantangan, mengingat keterbatasan kapasitas Pemerintah dalam memastikan operasional RDF berjalan sesuai standar yang telah ditetapkan.

Secara keseluruhan, model ini memberikan solusi yang lebih efektif dalam pengelolaan RDF dengan pembagian peran yang lebih jelas antara Pemerintah dan swasta. Meskipun demikian, tantangan dalam birokrasi, keberlanjutan kerja sama, serta efektivitas pengawasan tetap perlu diatasi agar fasilitas RDF dapat beroperasi secara optimal dan memberikan manfaat jangka panjang.

Model V

Model ini menggunakan pendekatan yang menjadikan penyediaan dan pengelolaan RDF didorong oleh Swasta (*private-driven*).



Gambar 4.21 Rekomendasi Model V

Model kelima memberikan peran dominan kepada sektor swasta/industri dalam seluruh aspek operasional RDF, mulai dari konstruksi sipil, penyediaan mesin, hingga operasional harian. Pemerintah Daerah tetap memberikan regulasi dan insentif, tetapi tidak terlibat dalam pengelolaan fasilitas RDF secara langsung. Dengan pendekatan ini, proses pembangunan dan pengoperasian dapat lebih efisien, terutama jika melibatkan perusahaan dengan pengalaman dalam pengolahan sampah dan energi. Namun, diperlukan mekanisme pengawasan yang ketat agar kepentingan lingkungan dan sosial tetap terjaga.

Model ini mendorong peran aktif sektor swasta dalam penyediaan teknologi dan operasional, sehingga dapat mengurangi beban anggaran Pemerintah melalui skema

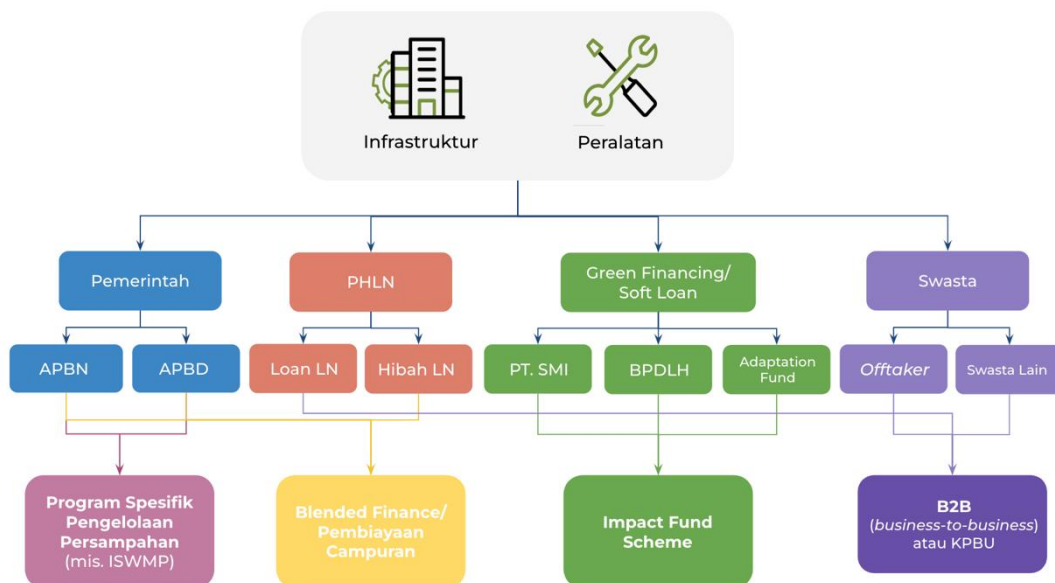
pembiayaan mandiri oleh swasta. Selain itu, adanya dukungan insentif dan kebijakan dari kementerian terkait membantu mempercepat implementasi dan memberikan kepastian bagi para pelaku usaha. Pengelolaan fasilitas RDF juga menjadi lebih fleksibel dan adaptif terhadap perkembangan teknologi, memungkinkan efisiensi yang lebih tinggi dalam pengoperasian serta pemanfaatan sumber daya.

Di sisi lain, proses perizinan dan birokrasi yang kompleks dapat menghambat pelaksanaan, sementara risiko finansial bagi swasta semakin besar akibat minimnya jaminan atau kepastian regulasi dari Pemerintah. Keterbatasan dukungan teknis dalam perencanaan dan operasional juga dapat memengaruhi efektivitas pengelolaan fasilitas RDF. Selain itu, negosiasi dan kesepakatan kerja sama membutuhkan waktu yang cukup lama sebelum bisa diimplementasikan. Pemerintah juga masih menghadapi keterbatasan dalam memfasilitasi kerja sama dan memastikan pengawasan yang optimal terhadap kinerja pengelola fasilitas RDF.

4.4.2 Rekomendasi Skema Pendanaan

Skema Pendanaan Penyediaan Fasilitas RDF

Dalam upaya memperluas pemanfaatan RDF sebagai solusi pengelolaan sampah dan sumber energi alternatif di Indonesia, diperlukan skema pendanaan yang komprehensif serta melibatkan berbagai pemangku kepentingan. Infrastruktur dan peralatan yang dibutuhkan dalam fasilitas RDF memerlukan investasi besar, sehingga pembiayaannya harus bersumber dari berbagai mekanisme, baik dari Pemerintah, hibah internasional, pembiayaan hijau, maupun investasi swasta melalui skema kerja sama yang jelas.



Gambar 4.22 Skema Pendanaan Penyediaan Fasilitas RDF

Pemerintah memiliki peran utama dalam mendorong pengembangan fasilitas RDF melalui pendanaan dari APBN serta APBD. Pemerintah Daerah, Kementerian Pekerjaan Umum, dan Kementerian Keuangan merupakan aktor kunci dalam mengalokasikan anggaran bagi pembangunan infrastruktur pengelolaan sampah, termasuk RDF. Daerah perlu memberi penekanan pada alokasi APBD sektor persampahan sebagai layanan dasar. Beberapa daerah juga dapat membangun infrastruktur pengelolaan sampah melalui APBD, dan setelah infrastruktur terbangun Pemerintah Daerah juga wajib

mengalokasikan anggaran untuk operasional dan kebutuhan lainnya, tidak hanya mengandalkan BLPS. Selain itu, hibah dari lembaga internasional dan mitra pembangunan juga dapat menjadi sumber pendanaan yang signifikan. Misalnya, skema hibah dan pinjaman luar negeri (Hibah LN dan Loan LN) yang dikelola oleh mitra pembangunan global dapat mendukung program spesifik seperti ISWMP. Program ini bertujuan untuk meningkatkan pengelolaan sampah secara holistik, termasuk mengintegrasikan RDF sebagai bagian dari solusi pengurangan sampah ke TPA.

Meskipun sumber pendanaan dari APBN/APBD dan hibah luar negeri dapat membantu pembangunan fasilitas RDF, keberlanjutan proyek tetap menjadi tantangan. Pemerintah perlu memastikan adanya insentif yang cukup bagi sektor swasta agar mereka tertarik untuk berinvestasi dalam pengelolaan dan operasional RDF. Tanpa adanya skema insentif yang menarik, proyek-proyek RDF berisiko hanya bergantung pada dana Pemerintah yang sering kali memiliki keterbatasan anggaran.

Sebagai salah satu alternatif pembiayaan, skema *green financing* dan pinjaman lunak dapat dimanfaatkan untuk mendukung investasi dalam proyek RDF. Skema ini melibatkan pendanaan yang berorientasi pada proyek ramah lingkungan dan berkelanjutan. PT SMI dan Badan Pengelola Dana Lingkungan Hidup (BPDLH) berperan penting dalam menyediakan akses pembiayaan berbasis lingkungan ini. BPDLH, yang berada di bawah koordinasi Kementerian Keuangan, bertugas mengelola dana lingkungan hidup yang dapat digunakan untuk proyek-proyek infrastruktur hijau, termasuk RDF.

Namun, meskipun skema *green financing* telah diatur dalam regulasi oleh Otoritas Jasa Keuangan, akses terhadap pendanaan ini masih terbatas di Indonesia. Banyak proyek RDF mengalami kesulitan dalam memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh lembaga keuangan hijau. Oleh karena itu, diperlukan regulasi pendukung yang lebih kuat agar lebih banyak proyek RDF yang dapat mengakses pembiayaan hijau. Selain itu, Pemerintah dapat memperkenalkan insentif tambahan bagi investor yang mendukung proyek berbasis lingkungan untuk meningkatkan daya tarik investasi dalam sektor RDF.

Partisipasi sektor swasta sangat penting dalam pengembangan dan operasionalisasi fasilitas RDF. Salah satu skema yang dapat diterapkan adalah *business-to-business*, di mana industri yang membutuhkan RDF sebagai bahan bakar alternatif dapat langsung berinvestasi atau bekerja sama dengan penyedia RDF. Perusahaan *offtaker*, seperti industri semen dan pembangkit listrik berbahan bakar alternatif, memiliki potensi besar untuk berperan sebagai pembeli utama RDF, yang pada gilirannya meningkatkan kesinambungan proyek ini.

Selain skema B2B, Pemerintah juga dapat mendorong penerapan KPBU dalam proyek RDF. Dalam skema ini, sektor swasta dapat terlibat dalam pembangunan dan pengelolaan fasilitas RDF dengan dukungan dari Pemerintah. Namun, agar skema ini berjalan dengan baik, dibutuhkan kepastian hukum dan jaminan keberlanjutan investasi yang jelas. Ketidakpastian regulasi dan risiko investasi yang tinggi sering kali menjadi hambatan bagi swasta untuk terlibat dalam proyek infrastruktur pengelolaan sampah. Oleh karena itu, Pemerintah melalui Kementerian Keuangan, Kementerian Pekerjaan Umum, dan Otoritas Jasa Keuangan perlu menciptakan kebijakan yang lebih kondusif untuk menarik investasi swasta dalam proyek RDF.

Keberhasilan perluasan fasilitas RDF di Indonesia bergantung pada kombinasi berbagai skema pendanaan yang melibatkan aktor-aktor Pemerintah, lembaga keuangan, dan sektor swasta. Pemerintah dapat berperan dalam menyediakan pendanaan awal melalui APBN/APBD dan hibah luar negeri, tetapi keberlanjutan proyek memerlukan insentif bagi sektor swasta agar tertarik berinvestasi. *Green financing* menjadi opsi menarik, namun aksesibilitasnya perlu diperluas dengan dukungan regulasi yang lebih kuat. Di sisi lain,

skema B2B dan KPBU berpotensi menjadi solusi jangka panjang, tetapi memerlukan kepastian hukum dan kebijakan yang mendukung agar menarik bagi investor.

Blended finance merupakan pendekatan pembiayaan yang menggabungkan dana publik, pinjaman lunak, dan investasi swasta untuk menciptakan infrastruktur pengelolaan sampah yang berkelanjutan. Model ini bertujuan untuk mengurangi risiko finansial, meningkatkan daya tarik investasi, serta memastikan keberlanjutan proyek RDF yang secara ekonomi akan terhambat jika hanya bergantung pada mekanisme pasar. Pada skema ini, hibah dari Pemerintah atau lembaga internasional digunakan untuk pendanaan awal seperti studi kelayakan dan pengadaan peralatan, sementara pinjaman lunak dari institusi keuangan untuk mendukung pembangunan infrastruktur. Salah satu contoh penerapan *blended finance* di Indonesia adalah platform SDG Indonesia One yang dikelola oleh PT Sarana Multi Infrastruktur (PT SMI). Platform ini berhasil menggabungkan dana publik dan swasta untuk mendukung proyek-proyek infrastruktur hijau, termasuk pengelolaan limbah dan energi terbarukan. Melalui skema ini, hibah dari Pemerintah atau lembaga internasional digunakan untuk pendanaan awal seperti studi kelayakan dan pengadaan peralatan, sementara pinjaman lunak dari institusi keuangan mendukung pembangunan infrastruktur. Di sisi lain, investasi swasta mulai masuk dalam tahap operasional melalui mekanisme B2B atau KPBU yang memungkinkan pemanfaatan RDF oleh industri sebagai sumber energi alternatif.

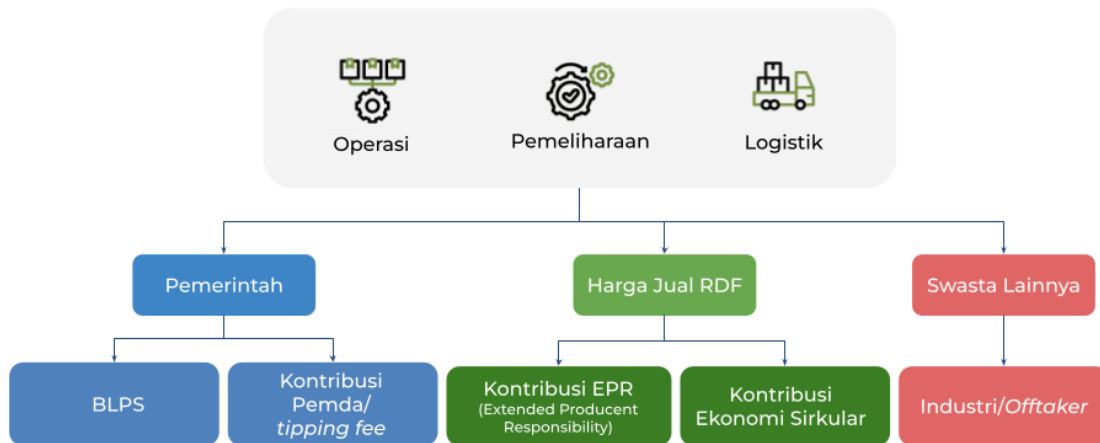
Mekanisme *blended finance* dalam RDF beroperasi secara bertahap, dimulai dari penggunaan hibah untuk mengurangi hambatan awal proyek, diikuti oleh pinjaman lunak yang mempercepat realisasi infrastruktur, dan diakhiri dengan adanya partisipasi sektor swasta yang memastikan keberlanjutan operasional. Skema ini memungkinkan pembagian risiko yang lebih adil, di mana Pemerintah berperan sebagai katalisator dengan menyediakan pendanaan awal dan regulasi yang mendukung, sementara sektor swasta berkontribusi dalam aspek teknologi dan efisiensi operasional.

Jika dilihat dari sisi perspektif ekonomi dan keberlanjutan, *blended finance* dalam RDF memberikan manfaat yang signifikan, baik dalam optimalisasi anggaran publik maupun dalam penciptaan ekosistem investasi yang lebih inklusif. Secara ekonomi, kombinasi sumber dana ini mengurangi beban fiskal Pemerintah dengan menarik partisipasi swasta, sementara secara sosial dan lingkungan, RDF mendukung transisi menuju ekonomi sirkular dan pengurangan emisi karbon. Dengan demikian, *blended finance* dapat berfungsi sebagai mekanisme pendanaan dan juga sebagai strategi transformasi sistem pengelolaan sampah yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Melalui sinergi antara seluruh aktor, pengembangan RDF di Indonesia dapat menjadi solusi efektif dalam mengurangi timbunan sampah serta menciptakan sumber energi alternatif yang lebih ramah lingkungan. Dengan strategi pendanaan yang tepat dan regulasi yang mendukung, RDF dapat berkembang sebagai bagian dari sistem pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan di Indonesia.

Skema Pendanaan Pengelolaan RDF

RDF sebagai solusi dalam mengolah sampah menjadi bahan bakar alternatif di Indonesia memerlukan skema pembiayaan yang melibatkan berbagai aktor, termasuk Pemerintah Pusat dan daerah, industri sebagai *offtaker*, serta sektor swasta. Tiga aspek utama dalam pengelolaan RDF, yakni operasi, pemeliharaan, dan logistik, membutuhkan dukungan pendanaan yang berkelanjutan untuk memastikan efektivitas dan keberlanjutan program ini.



Gambar 4.23 Skema Pendanaan Pengelolaan RDF

Dukungan Pemerintah menjadi kunci dalam skema pembiayaan RDF, terutama melalui mekanisme *tipping fee* yang dibayarkan oleh Pemerintah Daerah serta melalui pendanaan BLPS dan pendanaan lainnya. Aktor-aktor utama dalam skema ini mencakup Kementerian PPN/Bappenas, Kementerian Keuangan, Kementerian Lingkungan Hidup, Kementerian Perindustrian, serta Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Namun, hingga kini, regulasi yang mengatur besaran *tipping fee* dan mekanisme pembiayaannya masih belum kuat. Selain itu, peran aktif Pemerintah Daerah dalam pengelolaan sampah sangat penting. Pemerintah Daerah tidak hanya bertanggung jawab dalam pembayaran *tipping fee*, tetapi juga dalam pengalokasian anggaran dari APBD untuk pembangunan dan operasionalisasi infrastruktur pengelolaan sampah. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup, alokasi anggaran pengelolaan sampah yang ideal adalah sebesar 3% dari APBD. Namun, data menunjukkan bahwa rata-rata alokasi anggaran pengelolaan sampah di daerah masih di bawah 1% dari total APBD, yang menunjukkan perlunya peningkatan komitmen fiskal dari Pemerintah Daerah. Untuk itu, diperlukan kebijakan yang lebih jelas dan dukungan fiskal dari Pemerintah Daerah agar RDF dapat diimplementasikan dengan lebih luas dan efektif.

Selain dukungan dari Pemerintah, skema pembiayaan RDF juga bergantung pada harga jual RDF kepada industri atau *offtaker*, yang dapat menjadi sumber pemasukan utama. Industri pengguna RDF, yang menjadi *offtaker* dalam skema ini, perlu didorong agar lebih aktif menggunakan RDF sebagai bahan bakar alternatif. Namun, agar skema ini berhasil, pasar RDF harus stabil, dan industri harus diberikan insentif yang mendorong mereka untuk beralih dari bahan bakar konvensional ke RDF. Kementerian Perindustrian dan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral memiliki peran penting dalam menciptakan kebijakan yang mendukung peningkatan permintaan RDF di sektor industri.

Sektor swasta juga memiliki potensi besar dalam mendukung pembiayaan RDF, terutama melalui mekanisme EPR dan kontribusi ekonomi sirkular. Aktor yang berperan dalam skema ini mencakup pelaku industri, perusahaan swasta lainnya, serta kementerian terkait seperti Kementerian Lingkungan Hidup dan Kementerian PPN/Bappenas. Sayangnya, konsep EPR di Indonesia masih dalam tahap berkembang dan belum banyak diterapkan oleh industri besar. Dengan regulasi yang lebih kuat dan insentif yang tepat, EPR dapat menjadi sumber pembiayaan yang signifikan untuk RDF, sekaligus mendorong tanggung jawab produsen dalam pengelolaan limbah mereka.

Demikian pula, kontribusi ekonomi sirkular memiliki potensi besar dalam mendukung RDF, terutama melalui penerapan daur ulang dan pengurangan limbah oleh perusahaan-

perusahaan swasta. Namun, hingga kini, implementasi konsep ini masih terbatas dan memerlukan kebijakan yang lebih proaktif dari Pemerintah serta partisipasi yang lebih besar dari sektor swasta.

Untuk memastikan keberlanjutan pengelolaan RDF di Indonesia, diperlukan penguatan regulasi terkait *tipping fee* dan EPR, stabilisasi pasar RDF, serta peningkatan peran sektor swasta dalam ekonomi sirkular. Kolaborasi antara Pemerintah Pusat dan daerah, industri sebagai *offtaker*, serta sektor swasta menjadi kunci dalam menciptakan sistem pembiayaan RDF yang efektif dan berkelanjutan. Dengan dukungan yang lebih konkret dari para pemangku kepentingan, RDF dapat menjadi solusi yang lebih luas dalam mengatasi permasalahan sampah serta mendukung transisi menuju energi yang lebih ramah lingkungan.

05.

Penutup



Laporan analisis kesenjangan ini telah mengidentifikasi kesenjangan dalam memperluas RDF di Indonesia dari tiga lingkup utama, yaitu penyediaan RDF (*supply*), pemanfaatan RDF (*demand*), dan lingkungan yang mendukung (*enabling environment*). Meskipun RDF memiliki potensi besar sebagai solusi pengelolaan sampah dan substitusi bahan bakar fosil, implementasinya masih menghadapi berbagai kendala, termasuk keterbatasan infrastruktur, regulasi yang belum sepenuhnya mendukung, skema pembiayaan yang belum optimal, serta keterbatasan kapasitas teknis dan riset.

Dari sisi penyediaan RDF, tantangan utama mencakup keterbatasan kapasitas fasilitas pengolahan RDF, standar teknis terkait alur proses produksi RDF, kejelasan kelembagaan dalam pengelolaan fasilitas, serta ketergantungan tinggi pada pendanaan Pemerintah. Keberlanjutan pasokan RDF juga belum sepenuhnya terjamin akibat kurangnya perjanjian kerja sama yang mengatur kontinuitas bahan baku serta operasional fasilitas RDF. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan kebijakan nasional yang menetapkan bentuk kelembagaan pengelola RDF, penyusunan pedoman perjanjian kerja sama antar pemangku kepentingan, serta pengembangan sistem pemantauan kinerja RDF. Dari sisi infrastruktur, perluasan jumlah fasilitas RDF di lokasi strategis serta pengembangan jaringan distribusi yang efisien diperlukan untuk memastikan ketersediaan RDF dalam skala nasional.

Pada aspek pemanfaatan RDF, permintaan terhadap RDF masih terbatas karena berbagai faktor, seperti kesiapan teknologi di industri pemanfaat (*offtaker*), biaya investasi untuk modifikasi peralatan dan infrastruktur, serta belum tersedianya skema insentif fiskal yang menarik bagi industri. Selain itu, standarisasi baku mutu emisi untuk industri pemanfaat RDF masih perlu diperjelas agar industri memiliki acuan yang seragam dalam mengadopsi RDF. Oleh karena itu, diperlukan insentif fiskal seperti *tax holiday*, pengembangan skema pembiayaan berbasis *green finance*, serta penyusunan standar baku mutu emisi RDF.

Sementara itu, dalam aspek lingkungan yang mendukung, regulasi dan kebijakan terkait RDF di Indonesia masih perlu diperkuat. Belum adanya standar nasional untuk spesifikasi RDF, mekanisme insentif yang mendukung, serta kapasitas riset dan pengembangan yang masih terbatas menjadi tantangan yang harus segera diatasi agar ekosistem RDF dapat berkembang secara berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan regulasi nasional yang mengatur pemanfaatan RDF sebagai bagian dari transisi energi, memperkenalkan mekanisme insentif fiskal dan non-fiskal yang menarik bagi industri dan Pemerintah Daerah, serta meningkatkan kolaborasi riset RDF antara Pemerintah, lembaga riset, dan sektor industri.

Untuk memastikan efektivitas dan fokus implementasi perluasan RDF, rekomendasi-rekomendasi yang telah diuraikan dapat diklasifikasikan ke dalam tiga tingkat prioritas pelaksanaan seperti pada **Tabel 5.1**. Selain itu, seluruh rekomendasi tersebut memerlukan peran aktif dari para pemangku kepentingan. Pemerintah Pusat bertugas dapat berperan dalam menetapkan kebijakan dan insentif nasional. Pemerintah Daerah dapat menjadi pengelola infrastruktur dan pasokan

RDF. Industri dapat berperan sebagai pemanfaat produk RDF dan penyesuaian teknologinya. Sedangkan lembaga riset dan akademisi dapat mendukung inovasi dan pengembangan teknologi yang relevan.

Tabel 5.1 *Prioritas Pelaksanaan Rekomendasi*

Prioritas Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> • Penguatan regulasi nasional terkait pemanfaatan RDF dan standar spesifikasinya. • Penyusunan panduan persyaratan dan dokumen lingkungan yang harus dipenuhi oleh industri sebelum memanfaatkan RDF. • Penyusunan pedoman perjanjian kerja sama antar pemangku kepentingan. • Pengembangan skema insentif fiskal seperti <i>tax holiday</i> dan penghapusan bea impor teknologi RDF.
Prioritas Menengah	<ul style="list-style-type: none"> • Pengembangan skema pembiayaan RDF berbasis <i>green finance</i>. • Pengembangan jaringan distribusi RDF antar wilayah.
Prioritas Jangka Panjang	<ul style="list-style-type: none"> • Penguatan riset dan pengembangan teknologi RDF lokal.

Selain itu, berdasarkan kajian ini, diperoleh rekomendasi lainnya untuk mengembangkan sistem pemilahan sampah dari sumbernya sebagai prioritas langkah fundamental untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah dan mencapai standar kualitas RDF yang memenuhi kebutuhan industri. Lebih lanjut, melakukan kajian-kajian pendukung lainnya dengan urutan prioritas sebagai berikut:

1. Kajian penyusunan model bisnis dan *best practice* RDF di Indonesia untuk memastikan implementasi yang lebih terstruktur dan berkelanjutan.
2. Dari sisi skala ekonomi, diperlukan studi yang dapat menentukan kapasitas fasilitas RDF yang layak agar dapat beroperasi secara ekonomis dan efisien.
3. Dari perspektif industri, kajian mengenai *cost-benefit analysis* diperlukan untuk mengevaluasi keuntungan dan biaya pemanfaatan RDF, sehingga RDF dapat diadopsi secara lebih luas oleh industri sebagai alternatif bahan bakar.

Implementasi rekomendasi ini diharapkan dapat mendukung penerapan RDF di Indonesia serta meningkatkan kontribusinya dalam mengurangi volume sampah yang berakhir di TPA, mengurangi emisi GRK, serta mendukung transisi energi. Keberhasilan implementasi RDF di Indonesia memerlukan sinergi dan koordinasi dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, komitmen bersama dari para pemangku kepentingan diperlukan untuk pengelolaan sampah yang lebih efektif. Dengan upaya yang terkoordinasi serta memiliki landasan kebijakan yang kuat, RDF dapat menjadi salah satu solusi utama dalam mencapai target pengelolaan sampah nasional. Rekomendasi lain yang masih dibutuhkan adalah kajian menyeluruh serta peta jalan mengenai berbagai teknologi pengolahan sampah baik WTE dan tidak hanya terkait modalitas yang sudah ada dan/atau perlu dikembangkan untuk menjamin ekosistem berbagai teknologi pengolahan sampah.

Lampiran



Lampiran (Daftar TPST RDF terbangun 2025)

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (telah membangun berbagai TPST dengan teknologi RDF di berbagai wilayah Indonesia dalam periode 2022-2024. Infrastruktur ini bertujuan untuk mengelola sampah secara lebih berkelanjutan dengan mengubahnya menjadi bahan bakar alternatif. Daftar berikut memuat informasi mengenai lokasi, kapasitas, pengelola, jenis pendanaan, serta status keberfungsian dari TPST yang telah terbangun, dalam proses konstruksi, atau dalam tahap lelang. Upaya ini diharapkan dapat mendukung pengurangan timbunan sampah sekaligus memberikan solusi energi yang lebih ramah lingkungan.

***Tabel 1** Daftar Infrastruktur TPST dengan Teknologi RDF Terbangun yang Terpetakan*

No.	Nama Fasilitas	Kabupaten/Kota, Provinsi	Tahun Dibangun	Sumber Pendanaan	Kapasitas		Pengelola	Offtaker	Bentuk Kesepakatan		Status Keberfungsian	Keterangan
					Pengolahan Sampah (Ton/hari)	RDF (Ton/hari)			PKS/MoU	Antara		
1	TPA Jeruk Legi	Kab. Cilacap, Jawa Tengah	2020	APBN, APBD, Hibah	160	60	PT. Solusi Bangun Indonesia (Swasta, serta sebagai offtaker)	PT. Solusi Bangun Indonesia	PKS	Pemerintah Kab. dengan PT Solusi Bangun Indonesia	Berfungsi	
2	RDF Bantar Gebang	Kota Bekasi, Jawa Barat	2020	APBN (PEN), APBD	2000	700	UPT-BLUD (Pemda DK Jakarta)	1. PT Indocement Tunggul Perkasa 2. PT Solusi Bangun Indonesia	PKS	Pemerintah Provinsi DK Jakarta dengan PT Indocement Tunggul Perkasa dan PT Solusi Bangun Indonesia	Berfungsi, Belum Optimal	Belum beroperasi sesuai kapasitas yang ditentukan
3	RDF Rorotan	Daerah Khusus Jakarta	2024	APBD	2500	875	UPT-BLUD (Pemda DK Jakarta)	PT Indocement Tunggul Perkasa	PKS	Pemerintah Provinsi DK Jakarta dengan PT Indocement Tunggul Perkasa	Uji Coba Operasi	Uji coba operasi, namun desain alat belum menghasilkan RDF sesuai dengan target dan isu lingkungan.
4	RDF TOSS Klungkung	Kab. Klungkung, Bali	2017	APBN	50	20	PT Cahaya Terang Bumi Lestari (Pihak Ketiga)	UMKM dan Rumah Tangga	PKS	PT Cahaya Terang Bumi Lestari dengan Pemerintah Kab. Klungkung	Berfungsi, Belum Optimal	Belum beroperasi sesuai kapasitas yang ditentukan

No.	Nama Fasilitas	Kabupaten/Kota, Provinsi	Tahun Dibangun	Sumber Pendanaan	Kapasitas		Pengelola	Offtaker	Bentuk Kesepakatan		Status Keberfungsian	Keterangan
					Pengolahan Sampah (Ton/hari)	RDF (Ton/hari)			PKS/MoU	Antara		
5	RDF TPA Jabon	Kab. Sidoarjo, Jawa Timur	2021	Swasta	60	20	PT Cahaya Terang Bumi Lestari (Pihak Ketiga)	1. PLTU Paiton 1 & 2 2. PLTU Tanjung Awar-Awar	PKS	PT Cahaya Terang Bumi Lestari dengan Pemerintah Kab. Sidoarjo	Tidak Berfungsi	Pendapatan tidak menutupi biaya operasi & pemeliharaan
6	RDF TPA Ngipik	Kab. Gresik, Jawa Timur	2015	APBD	20	3,5	Pemerintah Daerah (Kab. Gresik)	PT. Semen Indonesia Group	MoU	Pemerintah Kab. Gresik dengan PT Semen Indonesia Group	Berfungsi, belum Optimal	Belum beroperasi sesuai kapasitas yang ditentukan
7	TPST Belahanrejo	Kab. Gresik, Jawa Timur	2023	APBD	20	8	Pemerintah Daerah (Kab. Gresik)	PT. Semen Indonesia Group	MoU	Pemerintah Kab. Gresik dengan PT Semen Indonesia Group	Berfungsi, belum Optimal	Belum beroperasi sesuai kapasitas yang ditentukan
8	RDF Indocement Palimanan	Kab. Cirebon, Jawa Barat	2008	Swasta	10	4	PT Indocement Tunggul Perkasa dan BUMDes	PT. Indocement Tunggul Perkasa	PKS	PT. Indocement Tunggul Perkasa dengan BUMDes setempat	Berfungsi	
9	RDF TPST Samtaku	Kab. Badung, Bali	2021	APBN	120	48	PT Reciki Solusi Indonesia	UMKM	PKS	Pemerintah Daerah dengan PT Reciki Mantap	Berfungsi	
10	RDF TPST Kertalangu	Kota Denpasar, Bali	2023	APBN (melalui program ISWMP)	450	240	PT Bali CMPP (Pihak ketiga)	1. PT Solusi Bangun Indonesia 2. Semen Indonesia Group	PKS	PT Bali CMPP dengan Pemerintah Kota Denpasar	Tidak Berfungsi	Tidak dapat memenuhi kapasitas desain, <i>tipping fee</i> tidak memenuhi biaya operasi, kontrak pihak ketiga sudah diputus.

No.	Nama Fasilitas	Kabupaten/Kota, Provinsi	Tahun Dibangun	Sumber Pendanaan	Kapasitas		Pengelola	Offtaker	Bentuk Kesepakatan		Status Keberfungsian	Keterangan
					Pengolahan Sampah (Ton/hari)	RDF (Ton/hari)			PKS/MoU	Antara		
11	TPST Padangsambian	Kota Denpasar, Bali	2023	APBN (melalui program ISWMP)	120		PT Bali CMPP (Pihak ketiga)	1. PT Solusi Bangun Indonesia 2. Semen Indonesia Group	PKS	PT Bali CMPP dengan Pemerintah Kota Denpasar	Tidak Berfungsi	Tidak dapat memenuhi kapasitas desain, <i>tipping fee</i> tidak memenuhi biaya operasi, kontrak pihak ketiga sudah diputus.
12	RDF TPST Cicukang Holis	Kota Bandung, Jawa Barat	2022	APBN (melalui program ISWMP)	10	4	Pemerintah Daerah (Kota Bandung)	Indonesia Power	MoU	Pemerintah Kota Bandung dengan Indonesia Power	Berfungsi, Belum Optimal	Belum beroperasi sesuai kapasitas yang ditentukan
13	RDF TPST Cicukang Oxbow	Kota Bandung, Jawa Barat	2022	APBN (melalui program ISWMP)	20	8	Pemerintah Daerah (Kota Bandung)	Indonesia Power	MoU	Pemerintah Kota Bandung dengan Indonesia Power	Berfungsi, Belum Optimal	Belum beroperasi sesuai kapasitas yang ditentukan
14	TPST RDF Cimenteng	Kota Sukabumi	2024	Swasta	330	100	Pemerintah Daerah (Kota Sukabumi)	PT Cahaya Yasa Cipta	PKS	Pemerintah Kab. Sukabumi dengan PT Semen Siam Cement Group (SCG)	Uji Coba Operasi	Terdapat kendala pada belum terpenuhinya dokumen persyaratan lingkungan (AMDAL)
15	RDF TPST BLE Banyumas	Kab. Banyumas, Jawa Tengah	2023	APBD	75	<10	Kelompok Swadaya Masyarakat	1. PT Solusi Bangun Indonesia 2. PLTU Cilacap Greenprosa	MoU	Pemerintah Kab. Banyumas dengan PT Solusi Bangun Indonesia dan PLTU Cilacap Greenprosa	Berfungsi	
16	RDF TPST Tegalsari	Kab. Purwakarta, Jawa Barat	2022	APBN (melalui program ISWMP)	15	6	Pemerintah Daerah Kab. Purwakarta	PT. Solusi Bangun Indonesia	MoU	Pemerintah Kab. Purwakarta dengan PT Solusi Bangun Indonesia	Berfungsi, Belum Optimal	Belum beroperasi sesuai kapasitas yang ditentukan
17	RDF TPST Jayakarta	Kab. Karawang, Jawa Barat	2023	APBN (melalui program ISWMP)	25	10	Pemerintah Daerah Kab. Karawang	Tidak ada informasi	-	-	Tidak Berfungsi	Peralatan tidak dapat berfungsi, serta tidak ada proses

No.	Nama Fasilitas	Kabupaten/Kota, Provinsi	Tahun Dibangun	Sumber Pendanaan	Kapasitas		Pengelola	Offtaker	Bentuk Kesepakatan		Status Keberfungsian	Keterangan
					Pengolahan Sampah (Ton/hari)	RDF (Ton/hari)			PKS/MoU	Antara		
												monitoring & evaluasi
18	RDF TPST Sentiong	Kota Cimahi, Jawa Barat	2024	APBN (melalui program ISWMP)	50	20	Pemerintah Daerah (Kota Cimahi)	PT. Indocement Tunggul Perkasa	MoU	Pemerintah Kota Cimahi dengan PT Indocement Tunggul Perkasa	Berfungsi, Belum Optimal	Kendala biaya logistik tinggi, sehingga tidak ada pengiriman ke oftaker
19	RDF TSPST Kebun Kongok	Kab. Lombok Barat, NTB	2023	APBN (melalui ITDP)	120	20	BUMDes	PLTU Jeranjang	MoU	Pemerintah Kab. Lombok dengan PLN	Berfungsi, Tidak Optimal	Tahun 2024 tidak ada pengiriman ke PLTU Jeranjang
20	RDF TPST3R Argodadi	Kab. Bantul, Yogyakarta	2024	APBD	49	15-30	Pemerintah Daerah (Kab. Bantul)	PT. Solusi Bangun Indonesia	MoU	Pemerintah Kab. Bantul dengan PT Solusi Bangun Indonesia	Berfungsi, Belum Optimal	Belum beroperasi sesuai kapasitas yang ditentukan
21	RDF TPST Sendangsari	Kab. Sleman, Yogyakarta	2024	APBD	45	15-30	Pemerintah Daerah (Kab. Sleman)	PT. Solusi Bangun Indonesia	MoU	Pemerintah Kab. Sleman dengan PT Solusi Bangun Indonesia	Berfungsi, Belum Optimal	Proses pengolahan sampah yang dinilai belum optimal, membuat permasalahan bau muncul di TPST Sendangsari
22	TPST RDF Rawa Kucing	Kota Tangerang, Banten	2024	APBD	50	15	Pemerintah Daerah (Kota Tangerang)	PT. Solusi Bangun Indonesia	-	-	Uji Coba Operasi	Belum ada pengiriman ke oftaker karena sedang menunggu Perda tarif dan PKS.

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2024

Tabel 2 Daftar Potensi *Offtaker* PLTU Sesuai Peraturan Menteri ESDM No.12 Tahun 2023 tentang Pemanfaatan Bahan Bakar Biomassa Sebagai Campuran Bahan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap

No	Nama PLTU	Jumlah Unit	Kapasitas (MW)	Lokasi	Pemilik PLTU	Pengelola PLTU	Jenis Boiler	Jenis B3m	Penyedia B3m	Keterangan
1	Suralaya 1-7	7	3400	Kec. Pulomerak, Kota Cilegon, Banten	PIP	PIP	PC	Sawdust, BBJP	ADC, BBN, Palasraya	
2	Suralaya 8	1	625	Kec. Pulomerak, Kota Cilegon, Banten	PIP	PIP	PC	Sawdust	ADC, BBN, BBRB	
3	Labuan Banten	2	600	Sukamaju, Kec. Labuan, Kab. Pandeglang, Banten	PIP	PIP	PC	Sawdust, BBJP	ADC, PD PBM, RAE, Palasraya	
4	Adipala	1	660	Bunton, Kec. Adipala, Kab. Cilacap, Jawa Tengah	PIP	PIP	PC	Sawdust, LRUUK	ADC, BWSM, AIS	
5	Pelabuhan Ratu	3	1050	Pelabuhanratu, Kec. Pelabuhanratu, Kab. Sukabumi, Jawa Barat	PIP	PIP	PC	Sawdust, Sekam	ADC, SDT, AWTECH	
6	Lontar	3	945	Lontar, Kec. Kemiri, Kab. Tangerang, Banten	PIP	PIP	PC	Sawdust	ADC	
7	Asam Asam	4	260	Asri Mulia, Kec. Jorong, Kab. Tanah Laut, Kalimantan Selatan	PIP	PIP	PC	Sawdust	PBJ	
8	Sintang	3	21	Kedabang, Kec. Sintang, Kab. Sintang, Kalimantan Barat	PIP	PIP	STOKER	Ck Sawit	PKS, ADC, MJC	
9	Sanggau	2	14	Sungai Muntik, Kec. Kapuas, Kab. Sanggau, Kalimantan Barat	PIP	PIP	STOKER	Ck Sawit, Tankos	PKS, EKN, MJC	
10	Baru	2	100	Lampoko, Kec. Balusu, Kab. Barro, Sulawesi Selatan	PIP	PIP	CFB	Sawdust, Woodpellet	CV Mandiri Jaya, PT Lakulasse, PT MAP	
11	Pangkalan Susu	4	220	Tj Pasir, Kec. Pangkalan Susu, Kab. Langkat, Sumatera Utara	PIP	PIP	PC	Sawdust	ADC, PBM, BES	
12	Ombilin	2	200	Sijantang Koto, Kec. Talawi, Kota Salahwunto, Sumatera Barat	PIP	PIP	PC	Sawdust	ADC, KDM	
13	Teluk Sirih	2	224	Tik. Kabung Tengah, Kec. Bungus Tik Kabung, Kota Padang, Sumatera Barat	PIP	PIP	CFB	Sawdust, Woodchip	ADC, RHJ, KDM	
14	Bengkayang (Kalbar 3)	2	100	Sungai Raya Kepulauan, Kab. Bengkayang, Kalimantan Barat	PIP	PIP	CFB	Sawdust, Tankos	SKM, EKN	
15	Berau	2	14	Tik. Bayur, Kec. Tik Bayur, Kab. Berau, Kalimantan Timur	PIP	PIP	STOKER			
16	Labuhan Angin	2	230	Tapian Nauli I, Kec. Tapian Nauli, Kab. Tapanuli Tengah, Sumatera Utara	PIP	PIP	CFB	Woodchip	BWSM, BES	
17	Tanjung Balai Karimun	2	14	Tebing, Kec. Tebing, Kab. Karimun, Kepulauan Riau	PIP	PIP	STOKER			
18	Paiton 1-2	2	800	Kec. Paiton, Kab. Probolinggo, Jawa Timur	PNP	PNP	PC	Sawdust	PT RMG, PT Eksekutif, PT BIM	
19	Paiton 9	1	660	Kec. Paiton, Kab. Probolinggo, Jawa Timur	PNP	PNP	PC	Sawdust	PT Arjuna, PT Barokah Jaya, PT Eksekutif	
20	Indramayu	3	990	Kec. Sukra, Kab. Indramayu, Jawa Barat	PNP	PNP	PC	Sawdust	PT BRI, PT Wahana Ijo, PT DPA	
21	Rembang	2	630	Kec. Sluke, Kab. Rembang, Jawa Tengah	PNP	PNP	PC	Sawdust	PT Best YPK, PT BRI	
22	Pacitan	2	630	Kec. Sudimoro, Kab. Pacitan, Jawa Timur	PNP	PNP	PC	Sawdust	PT Best YPK, PT Brahma Esatama, PT Putra	
23	Tj Awar Awar	2	700	Kec. Jenu, Kab. Tuban, Jawa Timur	PNP	PNP	PC	Sawdust	PT Best YPK, PT BRI, CV Barokah, PT Wijaya S	
24	Pulang Pisau	2	120	Kec. Kahayan Hilir, Kab. Pulang Pisau, Kalimantan Tengah	PNP	PNP	CFB	Woodchip	PT Manata Gawe Sabumi	
25	Tarahan	2	200	Kec. Katibung, Kab. Lampung Selatan, Lampung	PNP	PNP	CFB	Woodchip	PT Bintang Sehati Utama, PT Tiara Anugrah	
26	Sebalang	2	200	Kec. Katibung, Kab. Lampung Selatan, Lampung	PNP	PNP	CFB	Woodchip	PT EMI, PT BSU, PT Rekadaya Samitra	
27	Bukit Asam	4	260	Lawang Kidul, Kab. Muara Enim, Sumatera Selatan	PNP	PNP	PC	Sawdust	CV Tiara Anugrah Lestari, CV KASENDA	
28	Punagaya	2	220	Bangkala, Kab. Jeneponto, Sulawesi Selatan	PNP	PNP	CFB	Bonggol Jagung, Sekam Padi	PT SHM, CV Penggilingan Padi Haspa Jaya	
29	Anggrek	2	55	Anggrek, Kab. Gorontalo Utara, Gorontalo	PNP	PNP	CFB	Ck Sawit	PT SHM	
30	Ampana	2	6	Ampana Tete, Kab. Tojo Una-Una, Sulawesi Tengah	PNP	PNP	STOKER	Woodchip		
31	Nii Tanasa Kendari (1-2)	3	36	Lalonggasumeeto, Kab. Konawe, Sulawesi Tenggara	PNP	PNP	STOKER	Ck Sawit, Woodchip	PT Puyaka Jaya Konawe	
32	Amurang	2	50	Tenga, Kab. Minahasa Selatan, Sulawesi Utara	PNP	PNP	CFB	Woodchip	PT SHM	
33	Tenayan	2	220	Kec. Tenayan Raya, Kota Pekanbaru, Riau	PNP	PNP	CFB	Woodchip, Sekam Padi	PT Marela Sukses Prima, PT Prima Khatulistiwa	
34	Ketapang	2	20	Delta Pawan, Kab. Ketapang, Kalimantan Barat	PNP	PNP	CFB	Ck Sawit	PT Prima Khatulistiwa Energi	
35	Tembilahan	2	14	Tembilahan, Kab. Indragiri Hilir, Riau	PNP	PNP	STOKER	Woodchip	CV Tiara Anugrah Lestari	
36	Balikpapan	2	220	Balikpapan, Kota Balikpapan, Kalimantan Timur	PNP	PNP	CFB	Woodchip	PT AW Technology	
37	Nagan Raya	2	220	Kec. Kuala Pesisir, Kab. Nagan Raya, Aceh	PNP	PNP	CFB	Ck Sawit, Sekam Padi, Sawdust	PT Palma Banna, PT Kurma Karya Global	
38	Jeranjang	3	75	Dusun Jeranjang, Desa Taman Ayu, Kab. Lombok Barat, NTB	UIW NTB	PIP	CFB	Woodchip, SRF, Sawdust, LRUUK	PT SRM, PT BBM, PT PBA, PT BMRS, DLHK TPA Kebun Kongok	
39	Sumbawa Barat	2	17	Desa Kertasari, Taliwang, Kab. Sumbawa Barat, NTB	UIW NTB	UPK TAMB	STOKER	Bonggol Jagung, Woodchip, Briket	PT MAP, PT SRM	Go live pada 20 Mei 2022 Tongkol Jagung
40	Holtekamp	2	20	Holtekamp, Muarotami, Jayapura	UIW P2B	PIP	STOKER	Woodchip	PT PLN EPI QQ, PT Surya Muda Laksana	Go live pada Juni 2023, jenis biomassa Woodchip
41	Tidore	2	14	Desa Rum Balibunga, Kec. Tidore Utara, Kota Tidore Kep., Maluku Utara	UIW MMU	PNP	STOKER			
42	Ropa	2	14	Trans Utara Ende KM67, Ropa, Maurote, Kab. Ende, NTT	UIW NTT	PNP	STOKER	Pellet	PT Gama Energi Persada	Cangkang kemiri dan pellet
43	Bolok	2	33	Kuanheum, Kupang Barat, Kupang, NTT	UIW NTT	PNP	CFB	Woodchip	PT Timor Bio Energi	Woodchip
44	Suge Belitung	2	33	Desa Suge Pegantungan, Belitung	UIW BABE	PNP	CFB	Woodchip	CV Tiara Anugrah Lestari, PT Belindo Agro Makmur	Woodchip
45	Air Anyir	2	60	Desa Air Anyir, Kec. Merawang, Kab. Bangka, Bangka Belitung	UIW BABE	PNP	CFB	Woodchip	PT Bakti Energi Sejahtera	Woodchip
46	Malinau	2	6	Malinau Utara, Kab. Malinau, Sulawesi Tenggara	MKIT	PNP	STOKER			
47	Nii Tanasa Kendari 3	1	10	Lalonggasumeeto, Kab. Konawe, Sulawesi Tenggara	MKIT	PNP	STOKER			
48	Lontar Extension	1	315	Lontar, Kec. Kemiri, Kab. Tangerang, Banten	MKIT	JIP	PC			
49	Sulsel Barro 2	1	110	Lampoko, Kec. Balusu, Kab. Barro, Sulawesi Selatan	MKIT	PIP	PC			
50	Sofifi	2	6	Oba Utara, Kota Tidore Kep., Maluku Utara	UIW MMU	JIP	STOKER			
51	Lombok FTP2	2	100	Desa Padak Guar, Kec. Sambelia, Lombok Timur, NTB	UIW NTB	JIP	PC			
52	Kalseteng	2	200	Asri Mulia, Kec. Jorong, Kab. Tanah Laut, Kalimantan Selatan	MKIT	JIP	PC			

