

Kajian Skema Pembiayaan dan Analisis Biaya Manfaat Refuse-derived Fuel (RDF) dalam Pengelolaan Sampah di Indonesia

RDFact project—Optimization of Refuse-Derived Fuels to Decarbonize the Electricity Sector and Achieve NDC Targets in Indonesia
2025



Kajian Strategi Pembiayaan dan Analisis Ekonomi Proyek Refuse-derived Fuel (RDF) dalam Pengelolaan Sampah di Indonesia

Disusun oleh Tim Resilience Development Initiative (RDI):

Pembimbing:

Dr. Anthony Halog

Dr. Elisabeth Rianawati

Penulis (sesuai urutan abjad):

Almira Hanifa

Baihaqi Muhammad

Bertrand Vigassa Sirait

Evita Mahar Dewi

Rr. Widiartyasari Prihatdini

Peninjau:

Agunan Paulus Samosir, M.E.

Dr. Irawan

Penyunting:

Chelsea Patricia

Desain dan Tata Letak:

Salma Lathifah

Ucapan Terima Kasih:

Publikasi ini dapat terwujud berkat dukungan dan pendanaan dari Department of Climate Change, Energy, the Environment, and Water (DCCEEW), Pemerintah Australia, dalam proyek RDFact—*Optimization of Refuse-Derived Fuels to Decarbonize the Electricity Sector and Achieve NDC Targets in Indonesia*.

Kami menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada seluruh pihak di RDI yang telah berkontribusi dalam penulisan dan produksi buku ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada para ahli eksternal yang dengan murah hati memberikan wawasan mereka dan berperan sebagai sumber daya yang sangat berharga untuk penelitian kami.

Mohon kutip laporan ini sebagai:

RDI (2024). *Kajian Strategi Pembiayaan dan Analisis Ekonomi Proyek Refuse-derived Fuel (RDF) dalam Pengelolaan Sampah di Indonesia*. Bandung: Resilience Development Initiative (RDI).

Publikasi:

Maret 2025

Ringkasan Eksekutif

Dokumen studi ini menganalisis aspek pendanaan dan ekonomi dari proyek *Refuse-Derived Fuel* (RDF) di Indonesia. Bagian pertama dokumen ini membahas berbagai opsi pembiayaan yang telah diterapkan serta tren yang berkembang dalam proyek RDF. Bagian kedua mengevaluasi aspek ekonomi proyek RDF yang telah beroperasi dengan menggunakan metode Analisis Biaya-Manfaat (*Cost-Benefit Analysis/CBA*). Analisis ini diterapkan pada tiga lokasi dengan skala berbeda: RDF *Plant* Banyumas (Unit Pelaksana Tempat Pembuangan Sampah Terpadu Berbasis Lingkungan & Edukasi atau UPT TPST BLE di Kelurahan Wlahar Wetan) sebagai representasi proyek skala kecil, RDF *Plant* Cilacap (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu (TPST) Jeruk Legi di Kelurahan Plered) sebagai proyek skala menengah, dan RDF *Plant* Bantargebang (TPST Bantargebang di Kelurahan Ciketing Udik) sebagai contoh proyek skala besar.

Bab 2 membahas berbagai skema pembiayaan yang dapat digunakan untuk proyek RDF, termasuk dana publik seperti Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN) dan Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD), skema Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU), serta opsi Pinjaman dan/atau Hibah Luar Negeri (PHLN). Selain itu, terdapat alternatif pembiayaan lain, seperti pinjaman daerah serta berbagai bentuk dukungan finansial, termasuk bantuan dalam fase perencanaan dan operasionalisasi proyek. Pemilihan skema pembiayaan harus disesuaikan dengan kondisi daerah, dengan mempertimbangkan kapasitas fiskal, kebijakan daerah, serta risiko dan peluang yang menyertainya. Oleh karena itu, pemerintah daerah perlu mengkaji aspek keberlanjutan finansial dan strategi mitigasi risiko agar proyek RDF dapat berjalan secara optimal.

Selain itu, pendanaan proyek RDF dapat dilakukan melalui dua pendekatan utama: *top-down*, yang melibatkan dukungan kebijakan dan pendanaan dari pemerintah pusat serta lembaga donor, dan *bottom-up*, yang mendorong inisiatif daerah dengan sumber pendanaan lokal atau kemitraan swasta. Setiap pendekatan memiliki mekanisme institusional serta kriteria kelayakan yang harus dipenuhi, termasuk kesiapan kelembagaan, regulasi, infrastruktur, lingkungan, serta aspek keuangan. Pemahaman yang mendalam terhadap mekanisme pendanaan ini akan membantu pemerintah daerah dalam merancang dan mengimplementasikan proyek RDF yang berkelanjutan serta sesuai dengan kondisi setempat.

Studi ini juga menganalisa biaya dan manfaat dari proyek RDF melalui beberapa parameter kelayakan finansial pada Bab 3. Ketiga lokasi studi memiliki tingkat optimalisasi mesin, tingkat susut massa, komposisi biaya operasional, dan struktur arus pendapatan yang berbeda-beda. Hasil analisa NPV, IRR, dan B/C ratio pada skenario aktual menunjukkan *plant* Banyumas dan Cilacap layak secara finansial. NPV, IRR dan B/C ratio tertinggi berada pada *plant* Banyumas, sedangkan Bantargebang belum dapat dikatakan layak secara parameter finansial. Setelah dianalisa dengan berbagai skenario seperti perubahan tingkat diskonto serta bermacam porsi pengenaan pinjaman pada Capital Expenditure (CAPEX), dapat disimpulkan bahwa proyek Banyumas lebih kuat secara finansial. Dalam beberapa skenario, proyek Cilacap tetap layak secara finansial namun sensitif terhadap tingkat diskonto yang lebih besar. Proyek

Bantargebang sensitif terhadap semua skenario karena sejak awal parameter kelayakan keuangannya lebih rendah dibandingkan lokasi RDF lainnya. Pengenaan pinjaman akan semakin memperburuk kelayakan keuangan operasional. Oleh karena itu, *plant* Cilacap dan Bantargebang perlu meningkatkan pendapatan untuk memperbaiki NPV, dengan cara mengurangi *idle production*, meningkatkan kualitas output RDF, atau implementasi manajemen kas yang lebih baik. Studi ini juga menghitung penghematan biaya lahan TPST, dimana diketahui secara aktual Banyumas dan Cilacap dapat menghemat lahan melebihi proyeksi teoritis. Sebaliknya, proyeksi teoritis penghematan lahan pada proyek Bantargebang lebih optimis apabila dibandingkan dengan penghematan aktual. Proyek RDF juga dapat mengurangi jejak karbon, dimana pengurangan paling besar pada proyek Bantargebang dan pengurangan paling kecil pada proyek Banyumas.

Laporan ini merupakan produk intelektual dari proyek RDFact—*Optimization of Refuse-Derived Fuels to Decarbonize the Electricity Sector and Achieve NDC Targets in Indonesia*. Diharapkan, hasil kajian ini dapat memberikan wawasan bagi sektor publik dalam merancang kebijakan pendanaan yang tepat untuk proyek RDF. Selain itu, laporan ini juga dapat menjadi referensi dalam penyusunan studi kelayakan yang lebih komprehensif guna mendukung implementasi pengolahan sampah menjadi RDF. Lebih lanjut, studi ini menawarkan rekomendasi bagi pemerintah daerah untuk memitigasi risiko dalam pelaksanaan proyek RDF serta meningkatkan kelayakan proyek dalam mengakses pendanaan perbankan atau investasi.

Daftar Isi

Daftar Isi	4
Daftar Gambar	5
Daftar Tabel	6
Daftar Singkatan	7
Bab 1. Pendahuluan	8
1.1 Latar Belakang	8
1.2 Signifikansi Studi	9
1.3 Tujuan	9
Bab 2. Skema Pembiayaan untuk Proyek RDF	11
2.1 Opsi Skema Pembiayaan untuk Proyek RDF	12
2.1.1 Dana Publik: APBN & APBD	13
2.1.2 Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU)	16
2.1.3 Pinjaman dan/atau Hibah Luar Negeri (PHLN)	19
2.1.4 Pinjaman Daerah	21
2.1.5 Dukungan Finansial Lainnya	22
2.2 Mengakses Pendanaan Proyek RDF	24
2.2.1 Proses Institusional (Pendekatan Top-Down & Bottom Up)	24
2.2.2 Kriteria Kelayakan Proyek	27
Bab 3. Analisis Biaya dan Manfaat (CBA) RDF di Berbagai Lokasi	30
3.1 Tinjauan Umum CBA	30
3.2 Metodologi	32
3.3 Efektivitas Biaya	35
3.3.1 Desain dan Operasional	36
3.3.2 Biaya dan Pendapatan	37
3.4 Analisis CBA	41
3.4.1 Eksternalitas	41
3.4.2 CBA ex-ante	44
3.4.3 CBA ex-post	46
3.4.4 Skenario pinjaman	48
3.5 Manfaat Lainnya	51
3.6 Hasil	52
Bab 4. Rekomendasi Kebijakan	53
4.1 Peningkatan Skema Pembiayaan	53
4.2 Analisis Biaya-Manfaat	53
4.3 Ringkasan Rekomendasi	54
Daftar Pustaka	55
Lampiran	58
Lampiran 1. Daftar Wawancara Informan Kunci (KII)	58
Lampiran 2. Komponen Modal	59
Lampiran 3. Komponen Biaya operasional RDF Plant di Tiga Lokasi	61

Daftar Gambar

Gambar II.1 Metodologi Penelitian Skema Pendanaan untuk RDF di Indonesia	11
Gambar II.2 Diagram Pengaruh Terhadap Minat Stakeholder	12
Gambar II.3 Foto udara TPPAS Regional Lulut Nambo	17
Gambar II.4 Peresmian fasilitas RDF di Cilacap	20
Gambar II.5 Pendekatan <i>top-down</i> Untuk Pendanaan Proyek RDF	25
Gambar II.6 Pendekatan <i>bottom-up</i> Untuk Pendanaan Proyek RDF	26
Gambar III.1 Kerangka Studi Analisis Biaya Manfaat	33
Gambar III.2 Perbandingan tingkat optimalisasi mesin dan susut massa sesuai desain RDF	36
Gambar III.3 Perbandingan Komposisi OPEX	38
Gambar III.4 Perbandingan biaya CAPEX (kiri) dan OPEX (kanan) per variabel kinerja pabrik	38
Gambar III.5 Struktur arus pendapatan proyek RDF	39
Gambar III.6 Pendapatan Tahunan per ton Sampah Diproses	40

Daftar Tabel

Tabel II.1 Institusi Kunci dan Kontribusinya	13
Tabel II.2 Rincian Investasi Proyek RDF di Banyumas Berdasarkan Sumber Pendanaan dan Tahun Anggaran	15
Tabel II.3 Matriks Kriteria dan Dokumen Pendukung untuk Program Skema Pendanaan	28
Tabel III.1. Daftar Skenario dan Analisis Sensitivitas	35
Tabel III.2 Tabel perbandingan kapasitas input sampah dan output produk RDF di masing-masing plant	35
Tabel III.3 Arus pendapatan dari ketiga studi kasus	39
Tabel III.4 Komponen Biaya-Manfaat Kelayakan Ekonomi	42
Tabel III.5 Penghematan biaya lahan TPST dalam juta rupiah, <i>ex-ante</i>	43
Tabel III.6 Penghematan biaya lahan TPST dalam juta rupiah, <i>ex-post</i>	43
Tabel III.7 Penghematan jejak karbon akibat pengolahan dengan RDF	44
Tabel III.8 Perbandingan kinerja proyek RDF dalam skenario 90% produksi selama 10 tahun	45
Tabel III.9 Analisis sensitivitas hasil produksi pada proyek Cilacap	45
Tabel III.10 Analisis sensitivitas hasil produksi pada proyek Bantargebang	45
Tabel III.11 Kelayakan ekonomi dari ketiga lokasi RDF, <i>ex-ante</i>	46
Tabel III.12 Kajian kinerja finansial 10 tahun pada laju diskonto 5%	46
Tabel III.13 Kajian kinerja finansial 10 tahun di Banyumas	47
Tabel III.14 Kajian kinerja finansial 10 tahun di Cilacap	47
Tabel III.15 Kajian kinerja finansial 10 tahun di Bantargebang	47
Tabel III.16 Kajian kinerja ekonomi di ketiga lokasi, <i>ex-post</i>	48
Tabel III.17 Kinerja keuangan di Banyumas dengan skenario pengembalian pinjaman	49
Tabel III.18 Kinerja keuangan di Cilacap dengan skenario pengembalian pinjaman	50
Tabel III.19 Kinerja keuangan di Bantargebang dengan skenario pengembalian pinjaman	50

Daftar Singkatan

ADB: Asian Development Bank	KSM: Kelompok Swadaya Masyarakat
AMS: ASEAN Member States	MBT: Mechanical Biological Treatment
APBD: Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah	NPV: Net Present Value
APBN: Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara	OPEX: Operational Expenditure (Belanja Operasional)
BBJP: Bahan Bakar Jumputan Padat	PEN: Pemulihan Ekonomi Nasional
BBSS: Bahan Bakar Serpihan Sampah	PHLN: Pinjaman & Hibah Luar Negeri
BCR: Benefit to Cost Ratio	PJB: Perjanjian Jual Beli
BUMN: Badan Usaha Milik Negara	PLTSa: Pembangkit Listrik Tenaga Sampah
BUMD: Badan Usaha Milik Daerah	PLTU: Pembangkit Listrik Tenaga Uap
CBA: Cost-Benefit Analysis	PP: Peraturan Pemerintah
CAPEX: Capital Expenditure (Belanja Modal)	PW: Processed Waste atau Sampah yang Terolah
CSR / TJSL: Corporate Social Responsibility / Tanggung Jawab Sosial dan Lingkungan	RDF: Refuse-Derived Fuel
DAK: Dana Alokasi Khusus	RPJMN: Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional
DAU: Dana Alokasi Umum	RPPLN: Rencana Pemanfaatan Pinjaman Luar Negeri
DBH: Dana Bagi Hasil	SBN: Surat Berharga Negara
DRPLN-JM: Daftar Rencana Pinjaman Luar Negeri Jangka Menengah	SDR: Social Discount Rate
DRPPLN: Daftar Rencana Prioritas Pinjaman Luar Negeri	SNI: Standar Nasional Indonesia
EIRR: Economic Internal Rate of Return	SRF: Solid Recovered Fuel
INR: Indian Rupee	SRTP: Social Rate of Time Preference
IO: Input-Output	TPA: Tempat Pemrosesan Akhir
	TPST: Tempat Pengolahan Sampah Terpadu

IRR: Internal Rate of Return

WDP: Wajar dengan Pengecualian

ISWMP: Improvement of Solid Waste
Management to Support Regional Area and
Metropolitan Cities

WtE: Waste-to-Energy

KPBU: Kerja Sama Pemerintah dan Badan
Usaha

Bab 1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara dengan populasi terbesar keempat di dunia (Statista, 2022). Beriringan dengan potensi pertumbuhan ekonomi yang diiringi oleh pertumbuhan populasi yang cepat menyebabkan peningkatan produksi sampah secara signifikan. Pada tahun 2020, jumlah sampah padat adalah 2,24 miliar metrik ton, setara dengan rata-rata produksi harian 0,79 kilogram per individu (Kaza dkk., 2018). Produksi sampah diproyeksikan meningkat sebesar 73% atau 3,4 miliar metrik ton pada tahun 2050 (Kaza dkk., 2018). Sampah rumah tangga dan/atau sejenisnya, sesuai dengan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 81 Tahun 2012, dapat ditangani dengan cara diolah, termasuk melalui daur ulang materi, daur ulang energi, atau teknologi ramah lingkungan lainnya. Di sisi lain, ‘sampah berukuran besar’ atau ‘sampah spesifik’ yang juga mencakup sampah perkotaan didefinisikan dalam PP No. 27 Tahun 2020 yang dapat diproses dengan metode bervariasi sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan/atau teknologi. Meskipun demikian, metode pengelolaan sampah yang dominan di Indonesia masih mengadopsi pembuangan terbuka atau tanah kerukan (urug) tidak terkendali.

Mengidentifikasi nilai berharga serta keuntungan dari pengolahan sampah dapat mendorong adopsi penanganan sampah yang lebih terkendali. Transisi dari pengertian “sampah untuk dibuang, menjadi tidak terlihat, dan dilupakan” menuju konsep sirkularitas, yaitu “sampah dapat dikembalikan atau diproses menjadi sesuatu berharga” dapat diterjemahkan dalam berbagai konsep dan teknologi, salah satunya adalah konsep *waste-to-energy* (WtE). Konsep WtE atau daur ulang energi, kian banyak diterapkan pemerintah daerah selaku penanggungjawab pengelolaan sampah perkotaan. WtE menghasilkan keuntungan yang jelas, energi yang dihasilkan dapat dimanfaatkan oleh banyak pihak. Selain itu, teknologi WtE dapat memberikan dampak terhadap lingkungan dalam bentuk valorisasi massa karena hilang dalam proses atau berubah bentuk menjadi produk, sehingga mengurangi jumlah sampah yang belum diproses berikut dengan dampak cemarannya terhadap air, tanah, dan udara.

Di antara teknologi WtE yang ada untuk TPA di daerah, bahan bakar biomassa adalah sebuah alternatif bahan bakar padat yang kerap disandingkan dengan instalasi PLTSa (Pembangkit Listrik Tenaga Sampah) yang berdasarkan teknologi insinerasi. Meski keduanya berbeda karena biomassa adalah produk padat dan PLTSa adalah pembangkit listrik, keduanya memiliki kemiripan karena produknya dapat diserap oleh industri sehingga memiliki keterjaminan sirkularitas yang baik. Namun, dalam kemajuan pengetahuan dan berkembangnya opsi untuk teknologi penanganan sampah, kendala TPA yang mengalami luapan dan terus meningkatnya jumlah sampah menunjukkan bahwa isu pengelolaan sampah bukan sekadar kekurangan opsi teknologi, melainkan juga diperlukan perencanaan dan komitmen yang matang dalam tata kelola oleh pemerintah daerah serta melibatkan berbagai pihak termasuk industri.

Saat ini, keberadaan industri pembeli atau *offtaker* menjadi hal yang krusial untuk menentukan instalasi apa yang akan digunakan dalam daur ulang sampah perkotaan. Listrik yang dihasilkan PLTSa dapat dibeli oleh PLN selaku perusahaan negara satu-satunya yang melakukan

distribusi listrik di Indonesia, yang akan mengalirkan masuk ke dalam jaringan listrik perkotaan. Produk biomassa dapat terdiri dari bahan seperti kayu, daun, campuran, atau sampah yang telah terpilah atau sudah diolah. Produk biomassa dari sumber relatif homogen disebut SRF (*Solid Recovered Fuel*) atau dikenal dengan istilah BBJP (Bahan Bakar Jemputan Padat, SNI 8966:2021). SRF dapat diserap oleh aneka industri dengan proses termal, termasuk PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap). Sampah perkotaan yang saat ini menumpuk di TPA dan tidak terpilah dapat diproses melalui insinerasi atau diolah menjadi RDF atau (Bahan Bakar Serpihan Sampah (BBSS) SNI 9313:2024). RDF memiliki kualitas di bawah SRF dan karenanya tidak dapat diserap oleh PLTU, melainkan industri lainnya secara terbatas. Baik PLTSa dan RDF memiliki kematangan regulasi yang berbeda dan menghadapi tantangan tersendiri. Saat ini, RDF menjadi pilihan populer, namun masih memiliki kajian yang minim terkait studi kelayakan yang baik.

Sesuai dengan PP No. 81 Tahun 2012, pemerintah daerah perlu melakukan studi kelayakan proyek yang mempertimbangkan asesmen finansial, dampak, hingga risiko secara matang. Analisis ekonomi proyek (CBA) menjadi penting karena perspektif keuangan (profit) saja tidak akan menangkap keuntungan bagi masyarakat luas terhadap suatu pelayanan publik, seperti manajemen sampah, dan karenanya, penilaian kuantitatif CBA diperlukan (*Asian Development Bank/ADB*, 2013) untuk mengunci pendanaan serta untuk meyakinkan *offtaker*. Kurang baiknya pengelolaan keuangan proyek terutama di sektor persampahan, dapat berpotensi menghasilkan kerugian baik materiil maupun kerugian karena manfaat yang diharapkan tidak dapat diterima. Untuk itu, studi ini bermaksud untuk menganalisis mekanisme pembiayaan dan dampak ekonomi, melalui metode CBA proyek RDF dalam pengelolaan sampah daerah di Indonesia, sehingga dapat membantu pihak di sektor publik mematangkan kajiannya dalam mempersiapkan proyek pengolahan sampah menjadi RDF.

1.2 Signifikansi Studi

Studi ini bertujuan untuk menganalisis mekanisme pembiayaan dan dampak ekonomi proyek RDF dalam pengelolaan sampah tingkat daerah di Indonesia menggunakan metode CBA. Diharapkan, hasil kajian ini dapat membantu sektor publik dalam menyusun studi kelayakan yang lebih matang untuk mendukung implementasi proyek pengolahan sampah menjadi RDF. Studi ini juga akan memberikan rekomendasi kepada pemerintah daerah untuk mengurangi resiko dalam implementasi proyek RDF serta meningkatkan kelayakan perbankan atau investasi dari sebuah proyek RDF.

1.3 Tujuan

Tujuan dari studi ini dapat dijabarkan sebagai berikut:

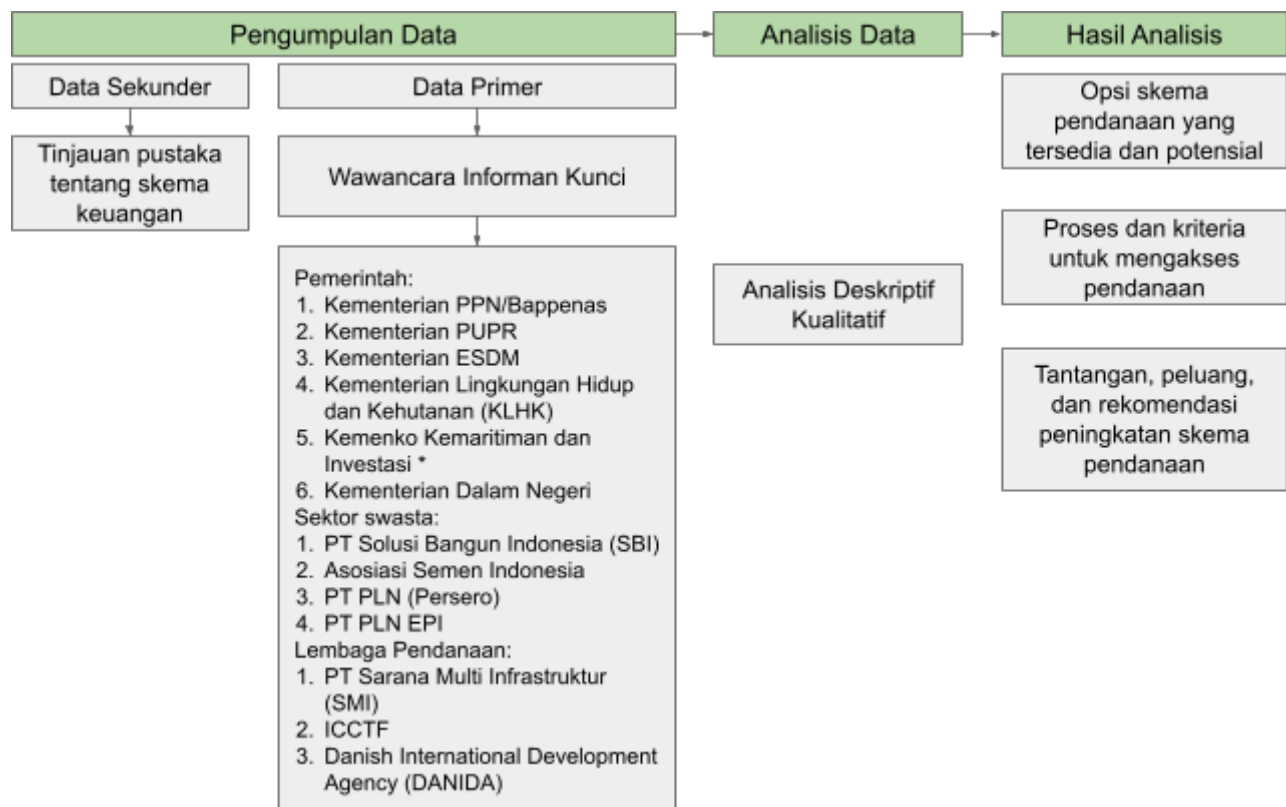
1. Mengeksplorasi mekanisme keuangan yang telah ada dan mekanisme pendanaan potensial untuk mendanai proyek RDF di Indonesia.
2. Meringkas kebijakan dan kerangka kerja terkini yang mendukung proyek RDF di Indonesia.

3. Mengeksplorasi kesenjangan, tantangan, dan peluang dalam skema pendanaan proyek RDF di Indonesia.
4. Melakukan analisis biaya-manfaat yang dapat membandingkan proyek RDF di berbagai lokasi dan skenario untuk menunjukkan variasi implementasi RDF di Indonesia.
5. Memberikan rekomendasi kebijakan untuk memperkuat mekanisme pendanaan proyek RDF di Indonesia.

Bab 2. Skema Pembiayaan untuk Proyek RDF

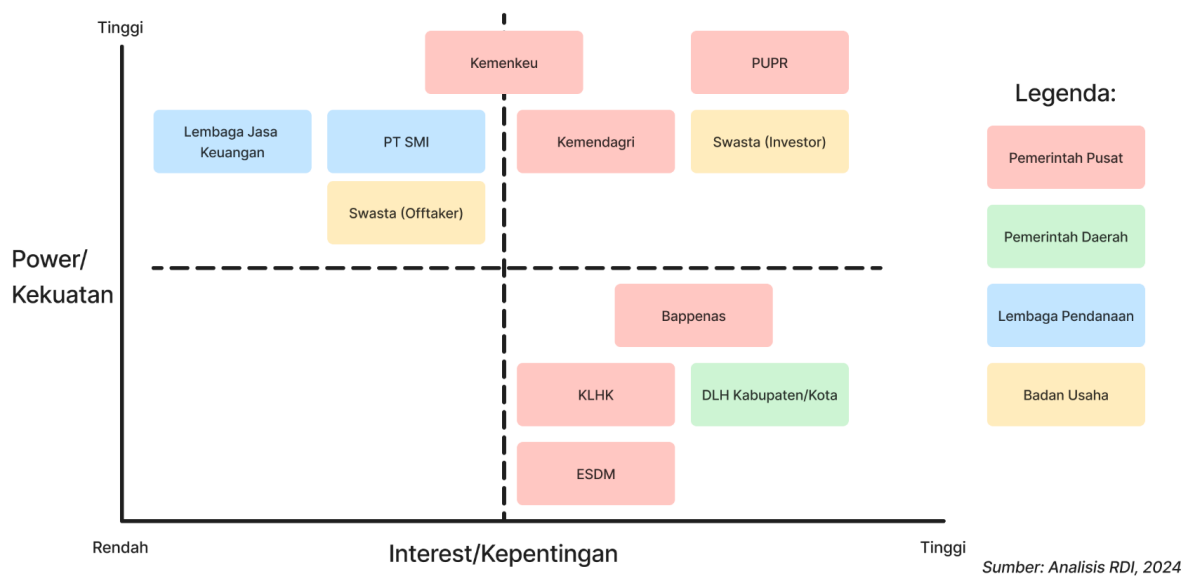
Bagian ini mengidentifikasi berbagai skema pembiayaan yang digunakan dalam pembangunan proyek RDF di Indonesia. Analisis difokuskan pada tren pendanaan dalam beberapa tahun terakhir, peran aktor-aktor utama, serta peluang untuk memperluas akses pembiayaan RDF.

Studi ini mengandalkan data dari berbagai sumber, sebagaimana diilustrasikan dalam **Gambar II.1**. Data sekunder diperoleh melalui tinjauan literatur terkait pendanaan infrastruktur pengelolaan sampah, termasuk WtE, sebagai dasar analisis. Selain itu, wawancara informan kunci dilakukan dengan pemangku kepentingan dari sektor pemerintah, swasta, dan lembaga pendanaan guna memperoleh perspektif mendalam terkait dinamika pembiayaan RDF. Hasil analisis mencakup peran institusi dalam pembiayaan RDF, skema pendanaan yang tersedia dan potensial, prosedur serta kriteria akses pendanaan, serta tantangan dan peluang dalam pengembangannya.



Gambar II.1 Metodologi Penelitian Skema Pendanaan untuk RDF di Indonesia

2.1 Opsi Skema Pembiayaan untuk Proyek RDF



Gambar II.2 Diagram Pengaruh Terhadap Minat Stakeholder

Gambar II.2 menampilkan diagram yang menggambarkan pengaruh terhadap minat stakeholder dalam konteks pembiayaan proyek WtE. Pada diagram ini, sumbu Y menunjukkan tingkat pengaruh atau kekuatan, sementara sumbu X menggambarkan tingkat minat atau kepentingan. Dalam analisis ini, beberapa institusi kunci yang memiliki pengaruh dan minat yang tinggi, seperti Kementerian Pekerjaan Umum, Kementerian Keuangan dan Kementerian Dalam Negeri telah diidentifikasi. Institusi-institusi ini memiliki wewenang yang besar dalam memberikan akses terhadap pembiayaan proyek, yang menyoroti pentingnya peran mereka dalam mendukung kelancaran pendanaan.

Pada bagian selanjutnya, terdapat beberapa skema pembiayaan yang dipengaruhi oleh institusi-institusi kunci tersebut, serta bagaimana pengaruh dan minat mereka memengaruhi dinamika pendanaan dalam proyek pengelolaan sampah ini. Peran setiap institusi dalam mendukung atau mengarahkan aliran pembiayaan akan dikaji lebih dalam, berfokus pada mekanisme yang berbeda untuk masing-masing skema yang ada.

Tabel II.1 Institusi Kunci dan Kontribusinya

Skema Pembiayaan	Deskripsi/Sumber
Dana Publik (APBN & APBD)	Pembiayaan dari anggaran negara dan daerah melalui APBN dan APBD
KPBU (Kerjasama Pemerintah dan Badan	Kerjasama antara pemerintah dan sektor swasta dalam pendanaan proyek jangka panjang

Usaha)	
Pinjaman Hibah Luar Negeri (PHLN)	Pendanaan dari lembaga internasional (misalnya, Bank Dunia, ADB) berupa pinjaman lunak atau hibah
Pinjaman Komersial	Pendanaan dari bank atau lembaga keuangan non-pemerintah dengan bunga dan syarat tertentu
Dukungan Finansial Lainnya	Pembiayaan dari sektor swasta melalui CSR, dana inovasi, atau pendanaan alternatif lainnya

Tabel ini menyajikan beberapa skema pembiayaan untuk proyek WtE, yang terdiri dari berbagai sumber dana. Setiap skema pembiayaan memiliki karakteristik dan cara pendanaan yang berbeda. Skema pertama adalah Dana Publik (APBN dan APBD), yang berasal dari anggaran negara dan daerah. Selanjutnya, ada KPBU, yang melibatkan kolaborasi antara pemerintah dan sektor swasta. PHLN mencakup pendanaan dari lembaga internasional, sementara pinjaman daerah berasal dari bank atau lembaga keuangan nonpemerintah. Terakhir, dukungan finansial lainnya mencakup pembiayaan dari sektor swasta melalui CSR atau pendanaan alternatif lainnya.

Bagian selanjutnya akan membahas secara lebih rinci setiap skema pembiayaan ini.

2.1.1 Dana Publik: APBN & APBD

Pendahuluan: Peran Dana Publik dalam Pengelolaan Sampah

Pasal 24 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah mengamanatkan bahwa pemerintah dan pemerintah daerah wajib membiayai penyelenggaraan pengelolaan sampah, dengan sumber pembiayaan berasal dari APBN dan APBD. Ketentuan ini menekankan pentingnya alokasi dana publik untuk mendukung sistem pengelolaan sampah yang efektif, memastikan pemerintah pusat dan daerah memberikan prioritas yang tepat serta pendanaan yang memadai. Namun, di Indonesia, alokasi anggaran untuk pengelolaan sampah masih sangat rendah, berkisar antara 1% hingga 4%, dengan sebagian besar biaya pengangkutan sampah ditanggung oleh warga. Tanpa pungutan resmi dari pemerintah daerah, praktik pengelolaan sampah seperti pembuangan terbuka masih banyak ditemui. Untuk memperbaiki situasi ini, perlu dilakukan penyesuaian anggaran agar dapat mengimplementasikan teknologi pengelolaan sampah yang lebih modern, seperti insinerasi, MBT (*Mechanical Biological Treatment*/Pengolahan Biologis Mekanis), atau RDF (Aprilia, 2021).

Sistem desentralisasi di Indonesia sangat bergantung pada transfer antar pemerintah, di mana pemerintah pusat mentransfer dana ke pemerintah daerah untuk memastikan pelayanan publik yang memadai. Sebagian besar anggaran daerah bergantung pada alokasi dana dari pusat, yang terbagi menjadi tiga komponen utama: Dana Alokasi Umum (DAU), Dana Alokasi Khusus (DAK), dan Dana Bagi Hasil (DBH) (Sabina dkk., 2022). Ketergantungan ini membuat daerah

cenderung menunggu bantuan dari pemerintah pusat dalam menyelesaikan masalah, termasuk masalah pengelolaan sampah.

Terdapat tiga jenis alokasi anggaran dalam APBN berdasarkan prioritas, yaitu Direktif, Komitif, dan Reguler. Anggaran Direktif mencakup usulan DPR dan kunjungan Presiden atau Menteri, sementara anggaran Komitif meliputi proyek wajib yang harus dilaksanakan, termasuk yang masuk dalam skema PHLN. Anggaran Reguler adalah bagian yang tidak termasuk dalam dua kategori sebelumnya. Sementara itu, pada APBD, alokasi anggaran mengikuti kebijakan kepala daerah dan DPRD. Oleh karena itu, pengalokasian anggaran, khususnya untuk pengelolaan sampah, memerlukan political will yang kuat dari pemerintah daerah dan pusat.

Pembangunan fasilitas RDF memerlukan dana yang signifikan dibandingkan dengan pengolahan sampah konvensional, yaitu dapat mencapai perbedaan sekitar 163 miliar rupiah (ADB, 2020). Hal ini mendorong pemerintah daerah untuk meninjau kembali struktur pengelolaan anggaran mereka. Investasi besar dalam teknologi ini akan mempengaruhi perencanaan anggaran yang lebih terarah dan memerlukan perubahan dalam tata kelola keuangan tingkat daerah agar dana yang dialokasikan mencukupi untuk mendukung keberhasilan implementasi teknologi RDF. Kesulitan yang ada perlu diatasi. Inisiatif dari Pemerintah Kabupaten Banyumas dalam memulai reformasi pengelolaan sampah akan dibahas lebih lanjut dalam bagian berikut sebagai contoh penting dalam proses ini.

Studi Kasus: Pengelolaan Sampah dan Pemanfaatan Dana Publik di TPA BLE Banyumas

Sebelum 2019, pengelolaan sampah di Banyumas didominasi oleh model "koleksi-angkut-buang" yang tidak menerapkan pemisahan, menyebabkan penutupan TPA Gunungtugel pada tahun 2014 dan TPA Kaliori pada tahun 2018 akibat pencemaran. Menyadari perlunya perubahan, Banyumas memulai transisi ke pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan pada 2018 dengan mengganti fasilitas penyimpanan sementara menjadi TPST yang dilengkapi fasilitas pemilahan, komposting, dan daur ulang. Pemerintah Kabupaten Banyumas menginisiasi proyek TPA BLE dan TPST Kedungrandu untuk mencapai *zero waste*, mengolah sampah menjadi produk akhir, termasuk RDF.

TPA BLE dan TPST Kedungrandu menerima 90 hingga 100 ton sampah per hari dan menghasilkan 9.316,2 ton RDF sepanjang 2023 berdasarkan hasil wawancara. RDF dijual ke PT Solusi Bangun Indonesia (PT SBI) sejak 2021 dan pada akhir 2023, penjualan RDF diperluas dengan kerja sama dengan PT Semen Bima. Selain RDF, fasilitas ini juga menghasilkan produk non RDF, seperti *paving* dan *maggot*, menciptakan ekosistem pengelolaan sampah yang terintegrasi.

Total investasi proyek RDF di Banyumas mencapai IDR 55 miliar, yang berasal dari berbagai sumber pendanaan, termasuk APBN TA 2020, APBD TA 2021–2022, dan APBN TA 2023. Rincian investasi adalah sebagai berikut:

Tabel II.2 Rincian Investasi Proyek RDF di Banyumas Berdasarkan Sumber Pendanaan dan Tahun Anggaran

Tahun Anggaran (TA)	Sumber Pendanaan	Jumlah Investasi (Miliar Rupiah)	Rincian Penggunaan Investasi
2020	APBN	43	Digunakan untuk pengolahan sampah hingga tahap pirolisis
2021	APBD	7	Dialokasikan untuk pembangunan gedung, mesin pencacah RDF, dan pabrik plastik
2022	APBD	1	Digunakan untuk membeli tiga mesin RDF: <i>bag opener</i> , gibrak, dan pencacah MPP2000
2023	APBN	4,3	Digunakan untuk pembangunan rumah pengering agar memenuhi syarat kadar air RDF di bawah 20%

Investasi tambahan sebesar IDR 2,6 miliar dari APBD Kabupaten Banyumas pada tahun 2018 digunakan untuk pembangunan fasilitas pengolahan sampah, mesin, dan kendaraan roda tiga untuk mengelola sampah. Dengan dana ini, fasilitas dirancang untuk mengelola 15 ton sampah per hari, menghasilkan bahan RDF dan produk sampingan lainnya.

Situasi: Pengalokasian APBN/APBD dalam Pengelolaan Sampah dan Investasi Teknologi RDF

Pengalokasian anggaran pengolahan sampah yang berasal dari APBD merupakan praktik baik, terutama untuk berinvestasi dalam teknologi RDF. Undang-undang No. 23 Tahun 2014 tentang Pemerintah Daerah membagi Urusan Pemerintahan Wajib menjadi dua, yaitu Urusan Pemerintahan Wajib yang berkaitan dengan Pelayanan Dasar dan yang tidak berkaitan dengan Pelayanan Dasar. Kegiatan persampahan masuk dalam urusan yang tidak berkaitan dengan pelayanan dasar. Namun, pembangunan fisik yang termasuk dalam ranah pekerjaan umum dan penataan ruang, seperti pembangunan fasilitas pengolahan sampah, masuk dalam urusan wajib pelayanan dasar. Oleh karena itu, pembangunan fasilitas pengolahan sampah dapat menjadi prioritas utama, meskipun pengelolaan sampahnya sendiri belum dianggap sebagai kegiatan pelayanan dasar.

Hal ini menciptakan dilema bagi daerah dalam menentukan alokasi anggaran. Sering kali, anggaran untuk pengelolaan sampah menjadi kecil, dengan pembangunan infrastruktur fisik seperti perbaikan jalan, yang lebih dominan daripada fasilitas pengolahan sampah. Contoh yang dilakukan oleh Pemerintah Kabupaten Banyumas bisa menjadi praktik baik yang perlu didorong, mengingat permasalahan sampah di daerah cukup akut dan berpotensi menjadi masalah yang lebih kompleks di masa depan jika tidak segera diatasi. Namun, kebijakan Pemerintah Kabupaten Banyumas dalam memprioritaskan pengelolaan sampah tidak mudah

ditiru, karena sangat dipengaruhi oleh *political will* dari pimpinan daerah, dalam hal ini Bupati Banyumas dan jajarannya.

2.1.2 Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU)

Pendanaan infrastruktur membutuhkan kreativitas dalam mengadopsi berbagai skema, salah satunya Kemitraan Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU). Menurut Delmon (2010), KPBU adalah perjanjian kontraktual atau hukum antara entitas publik dan swasta untuk meningkatkan atau memperluas layanan infrastruktur. Keterlibatan swasta dalam skema ini memberikan alternatif pendanaan di luar anggaran publik, sehingga dapat mempercepat pembangunan infrastruktur. Beberapa skema KPBU yang umum digunakan meliputi:

- *Operation dan Maintenance* (O&M) – Badan usaha mengoperasikan aset pemerintah untuk jangka waktu tertentu tanpa kepemilikan.
- *Build-Finance* (BF) – Badan usaha membangun dan membiayai aset selama konstruksi sebelum menyerahkannya ke pemerintah.
- *Design-Build-Finance-Maintenance* (DBFM) – Badan usaha merancang, membangun, membiayai, dan memelihara aset dalam jangka panjang.
- *Design-Build-Finance-Maintain-Operate* (DBFMO) – Seperti DBFM, tetapi juga mencakup pengoperasian aset.
- *Konsesi* – Badan usaha membangun dan mengoperasikan aset dalam periode tertentu sebelum menyerahkannya kembali ke pemerintah.

Dalam proyek WtE, skema KPBU umumnya menggunakan model konsesi dengan mekanisme *Build-Operate-Transfer* (BOT). Model ini menjadi standar utama di Tiongkok karena terbukti efisien dan layak diterapkan. Periode konsesi biasanya berlangsung 25–30 tahun, di luar masa konstruksi, dengan kemungkinan perpanjangan melalui negosiasi ulang (Huang dkk., 2018).

Di Indonesia, regulasi KPBU diatur dalam Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 38 Tahun 2015 serta Peraturan Menteri PPN/Kepala Bappenas Nomor 7 Tahun 2023 tentang Pelaksanaan KPBU dalam Penyediaan Infrastruktur. Regulasi ini membagi skema KPBU menjadi empat tahapan utama untuk memastikan proyek berjalan secara terstruktur dan efisien. Tahapan tersebut meliputi:

1. **Perencanaan KPBU:** Pemerintah mengidentifikasi proyek infrastruktur potensial yang dapat dikerjasamakan dengan Badan Usaha, baik melalui prakarsa pemerintah atau Badan Usaha, sehingga pendanaan lebih fleksibel.
2. **Penyiapan KPBU:** Studi kelayakan, *Detail Engineering Design* (DED), dan dokumen pendukung lainnya disiapkan untuk memastikan proyek layak secara teknis, finansial, dan legal.
3. **Transaksi KPBU:** Proses lelang dilakukan untuk memilih mitra Badan Usaha berdasarkan kualitas, pendanaan, dan kemampuan teknis.
4. **Pelaksanaan Perjanjian KPBU:** Setelah mitra terpilih, proyek dimulai sesuai perjanjian, dengan monitoring untuk memastikan proyek sesuai target.

Dengan adanya empat tahapan ini, KPBU menjadi mekanisme pendanaan yang fleksibel untuk proyek infrastruktur, termasuk RDF *plant*. Pemerintah daerah dapat bertindak sebagai inisiator atau proyek dapat berasal dari prakarsa Badan Usaha. Dokumen seperti studi kelayakan dan DED menjadi elemen krusial dalam persiapan KPBU. Hal ini memastikan proyek berjalan sesuai dengan kerangka regulasi yang ada.

Studi Kasus RDF Nambo: Evaluasi Implementasi KPBU dalam Pengelolaan Sampah



Gambar II.3 Foto udara TPPAS Regional Lulut Nambo di Kabupaten Bogor, Jawa Barat.
Sumber: ist/net.

Pemerintah Provinsi Jawa Barat, melalui UPTD Pengelolaan Sampah TPA/TPST Regional, menginisiasi proyek RDF di Tempat Pengolahan dan Pemrosesan Akhir Sampah (TPPAS) Lulut Nambo sejak 2014. Proyek ini diharapkan menjadi solusi pengelolaan sampah berkelanjutan untuk Kota Bogor, Kabupaten Bogor, Kota Depok, dan Kota Tangerang Selatan. Lokasi strategis Nambo, yang hanya sekitar 1,5 km dari industri semen PT Indocement Tunggul Prakarsa Tbk., menjadikannya ideal sebagai pemasok RDF sebagai bahan bakar alternatif untuk produksi semen. Kapasitas pengolahan RDF awalnya direncanakan mencapai 1.800–2.300 ton per hari.

Proyek ini menerapkan skema pendanaan KPBU dengan model *Design-Build-Finance-Operate-Maintain* (DBFOM), menjadikannya proyek percontohan utama dalam implementasi KPBU untuk pembangunan fasilitas RDF di Indonesia. Model ini diharapkan dapat menarik keterlibatan investasi sektor swasta dalam pengelolaan sampah berbasis teknologi.

Perjalanan dan Tantangan Proyek RDF Nambo

Sebagai proyek RDF pertama di Indonesia yang menggunakan skema KPBU, RDF Nambo menghadapi berbagai tantangan yang menyebabkan keterlambatan signifikan. Meskipun ditargetkan beroperasi penuh pada 2020, proyek ini mengalami hambatan dalam proses lelang yang berlangsung pada 2015–2016, terutama akibat lamanya penerbitan surat keputusan gubernur setelah pengumuman pemenang lelang proyek KPBU. Ketidakpastian ini menyebabkan investor pemenang *tender* tidak dapat melanjutkan tahapan krusial, seperti pengajuan pendanaan dan persiapan konstruksi. Setelah surat keputusan akhirnya diterbitkan pada 2017, proyek tetap menghadapi kesulitan dalam mencapai *financial close* akibat pembubaran anggota konsorsium, yang pada akhirnya menghambat proses konstruksi.

Akibatnya, proyek mengalami stagnasi hingga akhirnya PT Jasa Sarana, BUMD milik Pemerintah Provinsi Jawa Barat, mengambil alih kepemilikan pada 2020. Saat ini, proyek hanya beroperasi dalam skala kecil dengan kapasitas 50 ton per hari sejak 2024, sementara pencarian investor baru terus dilakukan dengan target kapasitas penuh pada 2026.

Sebagai proyek percontohan KPBU dalam sektor RDF, pengalaman RDF Nambo memberikan banyak pelajaran penting terkait perencanaan regulasi, daya tarik investasi, serta efektivitas skema KPBU dalam pengelolaan sampah berbasis teknologi di Indonesia.

Beberapa tantangan utama yang dihadapi proyek RDF Nambo meliputi:

1. Proses KPBU yang Panjang dan Tantangan Regulasi

Penetapan pemenang lelang yang tertunda hampir satu tahun menyebabkan beberapa anggota konsorsium mundur. Panjangnya proses administrasi KPBU menjadi kurang ideal bagi proyek RDF yang membutuhkan pembangunan cepat.

Rekomendasi: *Prosedur administrasi perlu disederhanakan, dan proyek sebaiknya dimulai pada awal periode kepemimpinan kepala daerah untuk menghindari ketidakpastian kebijakan akibat pergantian kepala daerah.*

2. Ketiadaan DED dalam Tahap Tender

Absennya *Detailed Engineering Design* (DED) dalam studi kelayakan awal mengakibatkan perencanaan teknis yang kurang matang, meningkatkan risiko ketidakpastian dalam tahap konstruksi. Namun, sejak diterbitkannya Permen Bappenas No. 2 Tahun 2020, penyertaan DED telah menjadi persyaratan wajib dalam proyek KPBU.

Rekomendasi: *DED harus disertakan dalam studi kelayakan sejak awal untuk memastikan kejelasan perencanaan teknis dan mengurangi potensi hambatan pada tahap konstruksi.*

3. Kendala Pendanaan dan Daya Tarik Investasi

Model bisnis RDF yang kurang menarik serta keterbatasan *tipping fee* menjadi kendala utama dalam menarik investor.

Rekomendasi: *Perlu pengembangan model bisnis yang lebih fleksibel dan peningkatan skema insentif finansial untuk menarik minat investor.*

Melalui tantangan ini, proyek RDF Nambo menjadi pembelajaran penting dalam pengelolaan proyek RDF di Indonesia, terutama dalam perencanaan regulasi, pendanaan, dan skema kerja sama pemerintah-swasta.

2.1.3 Pinjaman dan/atau Hibah Luar Negeri (PHLN)

Pemerintah Indonesia umumnya memanfaatkan pinjaman luar negeri dan hibah luar negeri untuk berbagai tujuan, salah satunya adalah pembangunan infrastruktur. Pengaturan terkait pinjaman dan hibah luar negeri ini diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 10 Tahun 2011 tentang Tata Cara Pengadaan Pinjaman Luar Negeri dan Penerimaan Hibah, yang mengatur mekanisme dan tata kelola penerimaan dana tersebut. Pinjaman ini dapat dialokasikan kepada pemerintah daerah melalui transfer dari pemerintah pusat dengan tujuan untuk mendukung peningkatan pembangunan infrastruktur (Ihsan dkk., 2023).

Secara umum, proses perencanaan pinjaman atau hibah didasarkan pada RPJMN yang menjadi dasar penyusunan Rencana Pemanfaatan Pinjaman Luar Negeri (RPPLN), serta memberikan latar belakang bagi setiap usulan kegiatan dari pemerintah (K/L/BUMN/Pemda). Kementerian/Lembaga dan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) menyampaikan usulan kegiatan yang dapat dibiayai melalui Pinjaman Luar Negeri kepada Menteri PPN. Menteri PPN kemudian melakukan penilaian kelayakan terhadap usulan tersebut dan menyusunnya dalam Daftar Rencana Pinjaman Luar Negeri Jangka Menengah (DRPLN-JM) atau *Blue Book*. Setelah itu, Menteri PPN akan melakukan penilaian terhadap pemenuhan kriteria kesiapan kegiatan yang diusulkan dan menyusunnya dalam Daftar Rencana Prioritas Pinjaman Luar Negeri (DRPPLN) atau *Green Book* (Sesotyaningtyas dkk., 2021).



Gambar II.4 Peresmian fasilitas RDF di Cilacap pada 21 Juli 2020. Foto: Dokumentasi SIG

Dalam konteks pembangunan pabrik RDF, beberapa lokasi telah memanfaatkan skema PHLN sebagai salah satu opsi pendanaan. Salah satu contoh kegiatan terkait adalah pembangunan Pabrik RDF di Cilacap, yang dimulai sejak 2014 melalui kemitraan antara Pemerintah Kabupaten Cilacap dan PT SBI. PT SBI menyumbang 50% dari biaya modal pabrik, sementara 50% sisanya disediakan oleh DANIDA melalui *Environmental Support Programme Phase 3* (ESP-3). Aset yang dibeli oleh DANIDA diserahkan kepada Pemerintah Kabupaten Cilacap melalui Pemerintah Pusat untuk digunakan di pabrik RDF tersebut. Pabrik RDF mulai beroperasi pada tahun 2020 dan saat ini memproduksi 130-140 ton per hari, dengan target maksimal 200 ton per hari. Ini menandakan partisipasi aktif pemerintah daerah yang mengusulkan dan mendapatkan pendanaan internasional.

Selain itu, terdapat juga *Program Solid Waste Management for Sustainable Urban Development* (SWMSUD) yang merupakan inisiatif yang didanai oleh *Asian Infrastructure Investment Bank* (AIIB) dan bertujuan untuk mendorong pengurangan serta penanganan sampah di wilayah perkotaan. Program ini dirancang untuk meningkatkan sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan dan dilaksanakan antara 2025 hingga 2029, dikelola oleh Kementerian Pekerjaan Umum (Kementerian PU). Program ini mencakup berbagai kabupaten dan wilayah di Indonesia, seperti Temanggung, Rembang, Tasikmalaya, Aceh, Jepara, Magelang, Gunung Kidul, Banyuwangi, Tabalong, dan Cirebon. Dengan total pendanaan sebesar USD 150 juta dalam bentuk pinjaman dan tambahan USD 21,5 juta berupa hibah, program ini bertujuan

mengembangkan infrastruktur pengelolaan sampah yang lebih efektif serta mendukung penerapan RDF plant di fasilitas pengelolaan sampah yang ada. Berbeda dengan program ESP-3, kegiatan ini mendapatkan pendanaan dari Pemerintah Pusat yang disalurkan untuk pembangunan di pemerintah daerah.

Secara keseluruhan, pinjaman dan hibah luar negeri menjadi sumber pendanaan yang sangat penting bagi pembangunan infrastruktur di Indonesia, termasuk dalam pengelolaan sampah dan energi terbarukan. Program-program seperti ESP-3 dan SWMSUD menunjukkan keberhasilan pendanaan internasional yang mendukung proyek-proyek penting di tingkat daerah, yang berpotensi meningkatkan kualitas hidup masyarakat dan mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan. Dengan terus memperkuat kerjasama antara pemerintah pusat, daerah, dan lembaga internasional, Indonesia dapat mengoptimalkan penggunaan dana luar negeri untuk mencapai target-target pembangunan yang lebih inklusif dan ramah lingkungan.

2.1.4 Pinjaman Daerah

Pinjaman daerah merupakan salah satu instrumen pembiayaan infrastruktur yang telah tersedia sejak 2015. Di Indonesia, pelaksanaan pinjaman daerah menjadi tugas PT Sarana Multi Infrastruktur (SMI). Dasar hukum yang mengatur mekanisme ini adalah Peraturan Pemerintah Nomor 1 Tahun 2024 tentang Harmonisasi Kebijakan Fiskal Nasional.

Pinjaman daerah didefinisikan sebagai pembiayaan utang yang diikat dalam suatu perjanjian pinjaman, bukan dalam bentuk surat berharga. Skema ini memungkinkan pemerintah daerah menerima sejumlah dana atau manfaat bernilai ekonomi dari pihak lain, dengan kewajiban untuk melakukan pembayaran kembali sesuai perjanjian.

Bagi pemerintah daerah, pinjaman ini menjadi alternatif pembiayaan untuk menutup kesenjangan anggaran dalam pembangunan. Kesenjangan anggaran umumnya terjadi karena dana APBD telah dialokasikan untuk memenuhi kebutuhan wajib, seperti:

- **Pendidikan:** Minimal 20% dari total belanja daerah
- **Kesehatan:** Minimal 10% dari total APBD di luar gaji
- **Sarana dan prasarana pekerjaan umum**
- **Belanja modal lainnya**, seperti pengadaan kendaraan dinas dan peralatan kantor (PT SMI, n.d.).

Melalui pinjaman daerah, kapasitas fiskal dapat meningkat, sehingga alokasi pendanaan Pinjaman ini dapat digunakan untuk membiayai berbagai proyek infrastruktur, seperti pembangunan jalan dan jembatan, rumah sakit, pasar, serta fasilitas ketenagalistrikan dan transportasi. Selain itu, proyek yang berkaitan dengan sumber daya air, minyak dan gas (hilir), telekomunikasi, serta infrastruktur kawasan juga dapat dibiayai melalui skema ini. Sektor lain yang termasuk dalam cakupan pendanaan mencakup pengelolaan limbah—termasuk RDF—irigasi, informatika, *rolling stock* kereta api, serta lembaga pemasyarakatan. Pinjaman ini juga dapat digunakan untuk mendukung pengembangan sektor pariwisata, olahraga, dan

kesenian, serta investasi dalam energi terbarukan, konservasi energi, pendidikan, dan perumahan rakyat.

Namun, tidak semua pemerintah daerah (provinsi, kota, atau kabupaten) dapat mengajukan pinjaman ini. Terdapat proses screening yang mengacu pada opini Badan Pemeriksa Keuangan (BPK) selama tiga tahun terakhir, dengan minimal opini Wajar dengan Pengecualian (WDP) (PT SMI, n.d.).

Proses pengajuan pinjaman daerah memerlukan waktu yang cukup panjang serta komitmen besar dari pemerintah daerah. Selain itu, karena sifatnya sebagai pinjaman yang harus dikembalikan, terdapat risiko gagal bayar. Oleh karena itu, kondisi keuangan daerah harus tetap terjaga agar mampu memenuhi kewajiban pembayaran pinjaman.

Proyek RDF Bantargebang merupakan salah satu contoh infrastruktur pengelolaan sampah yang didanai melalui pinjaman daerah. Pendanaannya berasal dari kombinasi APBD DKI Jakarta serta program Pemulihan Ekonomi Nasional (PEN), dengan total alokasi dana sebesar IDR 707,1 miliar untuk pembangunan fasilitas RDF pada periode 2020–2021.

Pinjaman daerah berperan penting dalam menutupi keterbatasan anggaran pemerintah, terutama dalam pembangunan infrastruktur strategis seperti pengelolaan limbah. Skema ini memberikan alternatif pendanaan di luar anggaran rutin, memungkinkan percepatan proyek tanpa harus menunggu alokasi dana yang sering kali terbatas.

2.1.5 Dukungan Finansial Lainnya

Pendanaan untuk proyek RDF tidak hanya mencakup pembangunan infrastruktur, tetapi juga dukungan dalam bentuk lain, seperti bantuan teknis, pelatihan, dan pendampingan, yang dapat dibagi ke dalam dua fase utama: **fase perencanaan** dan **fase operasionalisasi**. Pada fase perencanaan, program seperti *Support for Infrastructure Investments in Indonesia* (S4I) dari PT SMI yang didanai oleh KfW Development Bank memberikan hibah untuk membantu pemerintah daerah menyiapkan proyek, termasuk studi kelayakan dan kajian dampak. Pada fase operasionalisasi, dukungan dari program pertanggungjawaban sosial perusahaan (*Corporate Social Responsibility/CSR*) PT PLN Energi Primer Indonesia (PT PLN EPI) atau *Extended Producer Responsibility* (EPR) oleh PT Unilever berfokus pada peningkatan kualitas RDF atau SRF dan mendukung kelangsungan operasional melalui pendampingan dan pelatihan. Program-program ini pada umumnya adalah hibah, yang terlihat menggiurkan karena gratis, namun selalu ada risiko apabila program tersebut tidak dapat berjalan dalam jangka waktu yang cukup panjang. Berikut ini adalah beberapa contoh pelaksanaan program dukungan finansial lainnya.

Bantuan dalam Fase Perencanaan Proyek

Pemerintah daerah bertanggung jawab dalam perencanaan pembangunan daerah, termasuk pengelolaan sampah. Mengingat semakin parahnya masalah sampah di tingkat kota dan kabupaten, dibutuhkan perubahan dalam tata kelola pengelolaan sampah. Perubahan ini memerlukan pemahaman tentang teknologi baru dalam aspek ekonomi, teknis, dan politik, yang

tidak selalu dimiliki oleh seluruh pemerintah daerah. Untuk mengatasi tantangan tersebut, berbagai program dari pemerintah, NGO, dan lembaga lainnya memberikan dukungan, seperti program S4I oleh PT SMI.

Program S4I adalah hibah dari Uni Eropa yang disalurkan melalui KfW dan mendanai Fasilitas Penyiapan Proyek (*Project Development Facility*/PDF) untuk sektor infrastruktur perkotaan dan energi terbarukan. Program ini hadir untuk mengatasi tantangan yang dihadapi pemerintah daerah, seperti kurangnya studi kelayakan dan dokumen pendukung lainnya, serta kapasitas terbatas dalam pengelolaan lingkungan dan sosial. S4I menyediakan dana untuk studi kelayakan, kajian dampak lingkungan, manajemen sosial, dan penilaian proyek. Program ini juga berkolaborasi dengan berbagai pihak untuk mendukung ekosistem RDF di Indonesia, termasuk mengidentifikasi potensi *offtaker* RDF di 16 provinsi melalui Analisis Multi-Kriteria.

Bantuan dalam Fase Operasionalisasi Proyek

Dalam tahap operasionalisasi proyek RDF, kolaborasi dengan berbagai pihak sangat penting untuk memastikan keberhasilan implementasi. Salah satu pihak yang berperan krusial adalah PT PLN EPI. Sebagai *offtaker* utama, PLN EPI membeli dan memanfaatkan RDF serta SRF sebagai bahan bakar alternatif untuk pembangkit listrik. Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah kualitas RDF atau SRF yang belum sepenuhnya memenuhi standar yang ditetapkan untuk digunakan di pembangkit.

Untuk mengatasi hal ini, PLN EPI memberikan pendampingan kepada produsen RDF/SRF, seperti yang dilakukan di Banyumas dan Cilegon. Pendampingan ini bertujuan untuk memantau dan membantu meningkatkan proses produksi agar kualitas produk RDF/SRF dapat memenuhi standar yang diperlukan. Selain itu, Program CSR PLN EPI juga memiliki potensi besar dalam mendukung pengembangan RDF. CSR ini dapat digunakan untuk pelatihan teknis, perbaikan manajemen produksi, dan penyediaan teknologi yang dapat meningkatkan efisiensi serta kualitas produk RDF. Program edukasi kepada masyarakat mengenai pemilahan sampah dan pelatihan bisnis bagi pelaku usaha pengelolaan sampah turut memperkuat keberlanjutan ekosistem RDF.

Selain PT PLN, PT Unilever juga menjalankan program EPR yang menargetkan pengelolaan sampah sebanyak 100.000 ton setiap tahunnya. PT Unilever memberikan bantuan dana operasional kas untuk setiap ton sampah yang dikelola oleh fasilitas RDF. Program ini telah memberikan dampak positif terhadap pendapatan RDF *plant* di beberapa daerah seperti Bantargebang, Cilacap, dan Banyumas dengan meningkatkan kapasitas pengolahan sampah di fasilitas-fasilitas tersebut.

Risiko Program Dukungan Berbasis Hibah

Program CSR yang mendukung RDF memberikan kontribusi signifikan dalam mempercepat implementasi pengelolaan sampah dan transisi energi yang lebih ramah lingkungan. Namun, harus disadari bahwa program ini tidak dapat menjangkau seluruh wilayah di Indonesia. Dengan demikian, meskipun memberikan manfaat yang nyata, tidak seharusnya kita mengandalkan sepenuhnya pada program ini sebagai solusi utama.

Sebaliknya, program CSR dapat berfungsi sebagai akselerator yang mempercepat perubahan dalam pengelolaan sampah. Namun, ketergantungan pada program CSR juga harus diperhatikan, karena tanpa dukungan lebih lanjut dan upaya berkelanjutan lainnya, program ini berisiko terhadap keberlanjutan jangka panjang pengelolaan RDF.

2.2 Mengakses Pendanaan Proyek RDF

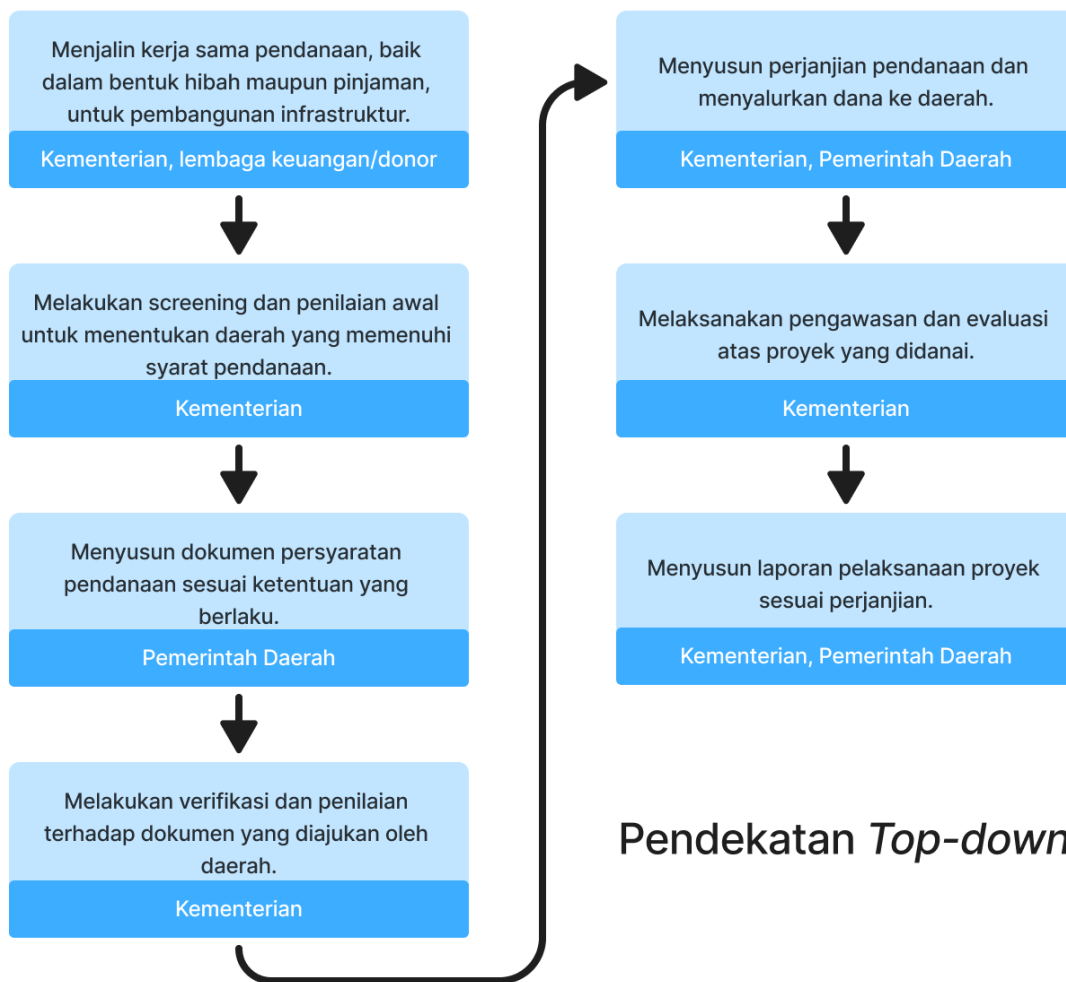
Setelah membahas berbagai skema dan program pembiayaan untuk proyek RDF, penting untuk memahami cara mengakses pendanaan guna memastikan keberhasilan program pengelolaan sampah yang terintegrasi. Pemerintah daerah dapat mengakses dana melalui dua pendekatan utama: pertama, *top-down*, di mana pemerintah pusat memberikan arahan, kebijakan, dan dukungan keuangan; kedua, *bottom-up*, yang mendorong partisipasi dan inisiatif lokal dalam merencanakan dan mengelola proyek.

Sub-bagian ini akan menjelaskan cara mengakses pendanaan melalui kedua pendekatan tersebut, termasuk proses institusional dan kriteria kelayakan yang harus dipenuhi untuk mengakses dana tersebut. Pemahaman yang jelas tentang proses dan kriteria ini diharapkan dapat membantu pemerintah daerah dalam merencanakan dan melaksanakan proyek RDF yang sesuai dengan kebutuhan lokal, serta mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan secara lebih luas.

2.2.1 Proses Institusional (Pendekatan *Top-Down & Bottom Up*)

Untuk memulai suatu proyek, terdapat dua pendekatan utama. Namun, terlepas dari pendekatan yang dipilih, pemerintah daerah tetap menjadi aktor utama. Sangat penting bagi pemerintah daerah untuk memiliki rencana yang jelas dan persiapan yang matang untuk menangani semua aspek terkait proyek. Kedua pendekatan ini memerlukan kepemimpinan yang kuat dari pemerintah daerah untuk memastikan kesuksesan proyek, dengan masing-masing pendekatan menawarkan jalur yang berbeda untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

Pendekatan Top-Down



Pendekatan Top-down

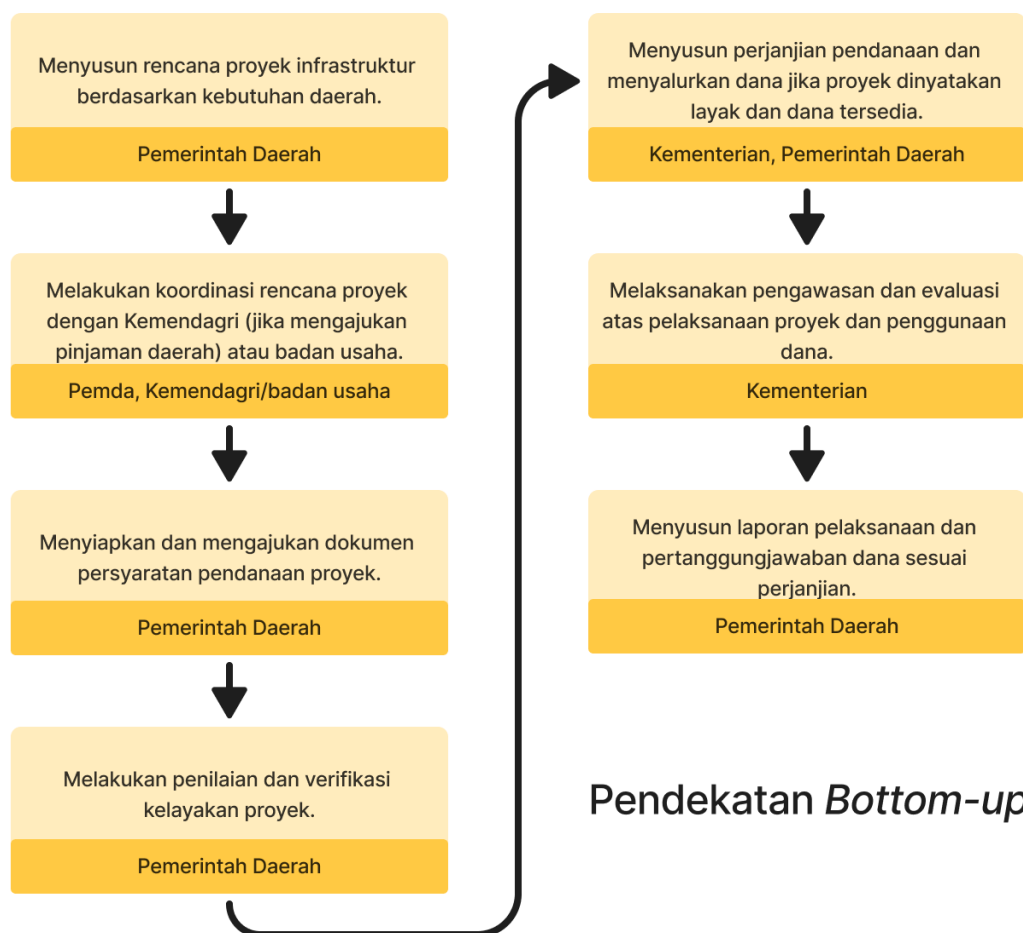
Gambar II.5 Pendekatan *top-down* Untuk Pendanaan Proyek RDF

Skema pendanaan top-down untuk proyek RDF mencakup serangkaian tahapan, mulai dari identifikasi lokasi hingga pelaporan hasil pelaksanaan, seperti yang dijelaskan dalam Gambar II.5. Proses ini diawali dengan kerja sama antara K/L, seperti Kementerian PU, serta lembaga keuangan internasional atau donor seperti Bank Dunia (*World Bank/WB*). Kesepakatan pendanaan mencakup alokasi anggaran dari sumber yang tersedia, baik dana publik maupun PHLN, yang kemudian dikelola oleh Kementerian PU untuk membangun infrastruktur pengelolaan sampah, termasuk fasilitas RDF.

Tahap awal mencakup penyaringan dan penilaian daerah berdasarkan kriteria seperti kapasitas kelembagaan, potensi sampah yang dapat diolah, dan komitmen terhadap pengelolaan sampah. Daerah yang memenuhi syarat diminta menyusun dokumen pendanaan, termasuk rencana kerja proyek, kajian teknis, dan studi kelayakan. Dokumen ini kemudian diverifikasi oleh K/L sebelum perjanjian pendanaan ditandatangani dan dana disalurkan ke Pemda.

Dalam program ISWMP (*Improvement of Solid Waste Management to Support Regional Area and Metropolitan Cities*) yang dijalankan oleh Kementerian PU, mekanisme ini mendukung pengelolaan sampah berkelanjutan di kota-kota terpilih di Indonesia. ISWMP didanai melalui hibah dan pinjaman dari World Bank, dengan dana yang digunakan untuk membangun infrastruktur pengelolaan sampah seperti TPST dan fasilitas RDF. Dana ISWMP dialokasikan untuk RDF yang mengolah sampah menjadi bahan bakar alternatif bagi industri semen. Pemerintah daerah mengajukan rencana proyek yang mencakup desain fasilitas RDF, sistem pengumpulan dan transportasi sampah, serta perencanaan operasionalnya. Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) sebagai K/L yang bertanggung jawab, memverifikasi rencana ini sebelum dana disalurkan. Selanjutnya, Pemda melaksanakan proyek sesuai perencanaan dan melaporkan progres secara berkala ke KLH. Pengawasan dilakukan oleh KLH dan World Bank untuk memastikan proyek berjalan sesuai tujuan dan standar yang telah ditetapkan. Selain pembangunan, ISWMP juga meningkatkan kapasitas Pemda melalui pelatihan dan digitalisasi, menciptakan sinergi untuk sistem pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan.

Pendekatan Bottom-Up



Gambar II.6 Pendekatan *bottom-up* Untuk Pendanaan Proyek RDF

Pendekatan *bottom-up* dalam skema pendanaan proyek RDF memberi peran utama kepada Pemda dalam merancang, mengajukan, dan melaksanakan proyek sesuai kebutuhan lokal, seperti yang dijelaskan dalam **Gambar II.6**. Proses dimulai dengan Pemda menyusun rencana proyek, termasuk identifikasi potensi sampah, pemilihan teknologi RDF yang tepat, serta perhitungan anggaran dan operasional. Setelah itu, Pemda berkoordinasi dengan Kementerian Dalam Negeri (Kemendagri) jika proyek melibatkan pinjaman daerah atau dengan badan usaha melalui skema KPBU untuk menarik investasi swasta.

Setelah koordinasi, Pemda menyiapkan dokumen persyaratan teknis, ekonomi, dan lingkungan, seperti studi kelayakan, analisis dampak lingkungan, dan rencana bisnis untuk diserahkan kepada K/L atau donor terkait. K/L yang berwenang, seperti Kementerian Keuangan atau KLH, kemudian melakukan penilaian dan verifikasi untuk memastikan proyek memenuhi kriteria yang ditetapkan. Setelah verifikasi dan konfirmasi ketersediaan dana, K/L dan Pemda menandatangani perjanjian pendanaan dan dana disalurkan sesuai jadwal yang disepakati.

Selama pelaksanaan proyek, K/L bertanggung jawab atas pengawasan dan evaluasi untuk memastikan implementasi berjalan sesuai perencanaan dan dana digunakan secara efektif. Sementara itu, Pemda wajib melaporkan progres proyek serta pertanggungjawaban penggunaan dana secara berkala.

Pendekatan *bottom-up* dapat diterapkan dalam berbagai skema pendanaan, seperti KPBU, hibah, atau alokasi APBD. Contohnya adalah proyek RDF di Kabupaten Cilacap, yang diinisiasi oleh Pemda bersama PT SBI. Tim proyek merancang program dan melakukan penjangkauan dengan berbagai Kementerian serta lembaga donor. Sebagai hasilnya, pembangunan RDF plant di Cilacap dapat dimulai dari tingkat daerah dengan dukungan pemerintah kota, PT SBI, serta bantuan dari lembaga donor internasional dan pemerintah pusat.

2.2.2 Kriteria Kelayakan Proyek

Dalam berbagai skema pembiayaan yang telah disebutkan sebelumnya, pemerintah daerah memiliki kesempatan untuk menganalisis skema mana yang paling sesuai dengan kebutuhan mereka. Setiap skema pembiayaan proyek biasanya mengharuskan penerima manfaat untuk menyiapkan sejumlah dokumen yang diperlukan. Dokumen-dokumen ini tidak hanya berfungsi untuk merinci rencana pelaksanaan proyek, tetapi juga untuk memberikan keyakinan kepada pihak pendana bahwa proyek tersebut akan dilaksanakan dengan baik. Selain itu, dokumen-dokumen ini juga berperan penting dalam mengevaluasi kesiapan manajemen proyek yang bersangkutan.

Dalam upaya ini, berbagai program telah dianalisis untuk mengidentifikasi jenis dokumen yang diperlukan oleh masing-masing skema yang tertera dalam Kriteria Kesiapan (*Readiness Criteria*), seperti PHLN yang dikelola oleh KemenPU dalam program-program seperti ISWMP dan SWMSUD, serta pinjaman daerah yang dikelola oleh PT SMI. Setiap program memiliki persyaratan dokumen yang spesifik, yang menjadi dasar dalam penilaian kelayakan proyek serta kesiapan implementasinya. Tabel di bawah ini menyajikan dokumen-dokumen yang

dibutuhkan untuk setiap program, yang dapat digunakan sebagai referensi oleh pemerintah kota dalam proses persiapan proyek mereka.

Tabel II.3 Matriks Kriteria dan Dokumen Pendukung untuk Program Skema Pendanaan

No	Aspek Utama	Kategori	Persyaratan ISWMP	Persyaratan SWMSUD	Persyaratan Pinjaman Daerah PT SMI
1	Kesiapan Lembaga	Kesiapan Kelembagaan dan Teknis	- Kelembagaan Pengelola (Kesiapan Institusi Pengelola)	- Kesiapan Lembaga Pengelola - Justifikasi Teknis - <i>Institutional Viability Assessment</i>	Tidak disebutkan secara eksplisit
2	Komitmen Kebijakan Pemerintah	Dokumen Legal dan Regulasi	- Peraturan Walikota/Bupati - Perda Retribusi (Peraturan Daerah tentang Retribusi)	- Surat Komitmen DPRD - Rancangan Peraturan Daerah (Ranperda) - Nota Kesepakatan	- Surat Pernyataan Tidak Mempunyai Tunggakan - Pakta Integritas - Surat Pertimbangan Menteri Dalam Negeri
3	Dukungan Lahan dan Infrastruktur	Dokumen Lahan dan Infrastruktur	- Lahan Clean and Clear (Status Kepemilikan dan Kebersihan Lahan)	- Kesiapan Lahan (Sertifikat Lahan) - Akses Jalan, Listrik, dan Air	Tidak disebutkan secara eksplisit
4	Komitmen Lingkungan dan Sosial	Dokumen Lingkungan dan Sosial	- Aspek Lingkungan dan Sosial (Pengelolaan Lingkungan dan Sosial)	- Dokumen Izin Lingkungan - Dokumen <i>Safeguards</i> Lingkungan & Sosial - Studi Dampak Lingkungan (<i>Environmental and Social Impact Assessment/ESIA</i>)	Tidak disebutkan secara eksplisit
5	Rencana Pengembangan	Dokumen Perencanaan Proyek	- Rencana Induk Sistem Pengelolaan Sampah (<i>Master Plan</i> Pengelolaan Sampah)	- Dokumen Studi Kelayakan (<i>Feasibility Study/FS</i>) - Studi Kelayakan Standar AIIIB	- Studi Kelayakan - RPJMD (Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah)

				- Detailed Engineering Design (DED)	
6	Komitmen Finansial	Dokumen Keuangan dan Anggaran	- Surat Dukungan DPRD (Surat Dukungan untuk Biaya Operasional)	- Surat Kesiapan Menganggarkan Biaya OP (Surat Kesiapan Mengalokasikan Biaya Operasional)	- APBD Tahun Berjalan - LHP BPK atas LKPD 3 Tahun Terakhir - Surat Izin Pelampauan Defisit APBD dari Menteri Keuangan
7	Pendukung Tambahan	Dokumen Pendukung Lainnya	- Pendampingan dan Sosialisasi ke Masyarakat (Sosialisasi dan Edukasi ke Masyarakat)	- Surat Minat - Kesepakatan Regional - MoU dengan <i>Offtaker</i>	Tidak disebutkan secara eksplisit

Setelah menganalisis dokumen-dokumen yang diperlukan untuk setiap skema pembiayaan, penting untuk memahami kriteria kelayakan proyek yang akan digunakan sebagai acuan dalam penilaian. Kriteria ini dirancang untuk memastikan bahwa proyek yang diajukan tidak hanya memenuhi aspek teknis, tetapi juga mendapat dukungan dari berbagai faktor, termasuk institusi, kebijakan pemerintah, dan dampak lingkungan.

Kriteria kelayakan proyek mencakup beberapa aspek penting yang harus dievaluasi dengan cermat. **Kesiapan Lembaga**, misalnya, menilai apakah institusi yang terlibat memiliki kapasitas untuk mengelola dan melaksanakan proyek secara efektif. Sementara itu, **Komitmen Kebijakan Pemerintah** memastikan bahwa proyek tersebut sejalan dengan kebijakan dan regulasi yang ada, serta mendapat dukungan penuh dari pemerintah. **Dukungan Lahan dan Infrastruktur** juga menjadi faktor krusial, karena pelaksanaan proyek RDF harus dilaksanakan di lokasi spesifik dan memiliki infrastruktur yang memadai. Tidak kalah pentingnya, **Komitmen Lingkungan dan Sosial** mengevaluasi dampak proyek terhadap lingkungan dan masyarakat, memastikan bahwa proyek tersebut berkelanjutan. Selain itu, **Rencana Pengembangan** mencakup dokumen perencanaan yang komprehensif untuk memastikan bahwa proyek ini strategis dan layak dilaksanakan dalam jangka panjang. **Komitmen Finansial** memastikan bahwa proyek RDF ini memiliki sumber daya yang cukup untuk mendukung pelaksanaannya, sementara **Pendukung Tambahan** mengidentifikasi mekanisme tambahan yang dapat memperkuat kredibilitas proyek, termasuk dukungan masyarakat dan kesepakatan lainnya.

Dengan memahami semua elemen ini, diharapkan pemerintah daerah dapat lebih efektif dalam mempersiapkan dan melaksanakan proyek mereka. Seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya mengenai mekanisme akses pembiayaan yang bersifat *bottom-up* dan *top-down*, pemahaman tentang kriteria kelayakan proyek ini akan melengkapi upaya mereka dalam

memulai proyek RDF baru. Pemerintah daerah didorong untuk menyiapkan seluruh dokumen yang diperlukan sebelum proyek dimulai, meskipun tidak semua proyek akan memerlukan dokumen yang sama. Dengan persiapan yang matang, diharapkan proyek dapat lebih mudah disetujui dan berhasil dilaksanakan, mendukung tujuan keberlanjutan dan pengelolaan sampah yang lebih baik di daerah masing-masing.

Bab 3. Analisis Biaya dan Manfaat (CBA) RDF di Berbagai Lokasi

3.1 Tinjauan Umum Cost-Benefit Analysis

Analisis biaya dan manfaat (CBA) adalah metode yang sering dipakai untuk mengevaluasi kelayakan sebuah proyek (Hanley, 2013). Kebutuhan akan CBA tidak hanya terbatas pada perspektif keuangan dalam mempertimbangkan kelayakan suatu proyek, namun CBA juga dapat membahas peningkatan kesejahteraan sosial atau kebermanfaatan lingkungan yang dapat dihasilkan oleh sebuah proyek (ADB, 2013). CBA melibatkan penilaian semua biaya yang terkait dengan penerapan teknologi RDF, seperti investasi modal, biaya operasional, dan biaya pemeliharaan. Selain itu, CBA juga menghitung manfaat seperti pendapatan dan perbaikan lingkungan.

Secara keseluruhan, studi ini menggunakan CBA sebagai alat untuk mengevaluasi proyek sebelum (*ex-ante*) dan setelah berjalan (*ex-post*). Parameter yang diukur dalam keadaan *ex-ante* juga dapat diartikan sebagai angka atau nilai teoritis (contoh: besaran sampah terproses *ex-ante* adalah besaran sampah yang bisa diproses secara teoritis), sedangkan parameter yang diukur dalam keadaan *ex-post* bisa diartikan sebagai angka aktual (contoh: output RDF *ex-post* adalah besaran produk RDF secara aktual). Sebelum menghitung parameter kelayakan finansial dan ekonomi dengan CBA, sangat penting untuk menggunakan penentuan tingkat diskonto (*discount rate*), atau disebut sebagai *Social Discount Rate* (SDR) oleh ADB (2013), yang dapat mempengaruhi alokasi sumber daya dalam keputusan *ex-ante*: kelayakan proyek sektor publik tertentu mendapatkan pendanaan dan pengaruh dalam evaluasi kinerja *ex-post* (ADB, 2013). Menetapkan SDR terlalu tinggi dapat memberikan ekspektasi proyek akan segera memberikan manfaat dalam jangka pendek dan mengurangi bobot biaya-manfaat di masa depan, sehingga menghalangi proyek publik tertentu untuk dilaksanakan. Menetapkan SDR terlalu rendah berisiko mendorong investasi tidak efisien karena merendahkan biaya-biaya masa depan, meski mendukung proyek jangka panjang (Anonim, 2015).

Untuk menentukan keputusan yang efisien, SDR yang ditetapkan perlu mengukur biaya peluang sosial marjinal dari dana yang dialokasikan untuk investasi publik. Di sisi lain, *Social Rate of Time Preference* (SRTP) adalah tingkat di mana masyarakat bersedia menunda satu unit konsumsi saat ini dengan imbalan lebih banyak konsumsi di masa mendatang. Penggunaan SRTP sebagai SDR, didukung oleh beberapa literatur, didasarkan pada argumen bahwa proyek publik menggantikan konsumsi saat ini, dan aliran biaya dan manfaat yang akan didiskontokan pada dasarnya adalah aliran barang konsumsi yang ditunda atau diperoleh. Zhuang dkk. (2007), mengestimasi SRTP Indonesia sebesar 6,1%. Namun, penggunaan SRTP sebagai SDR memiliki kelemahan yaitu semata merupakan ukuran biaya peluang sosial dalam hal konsumsi yang hilang, mengabaikan fakta bahwa proyek publik dapat menggantikan atau menyingkirkan investasi sektor swasta jika ada kenaikan suku bunga pasar (ADB, 2013).

Dalam dunia persaingan sempurna tanpa distorsi pasar, suku bunga pasar adalah SDR yang tepat (ADB, 2013). Standarnya, tingkat diskonto yang digunakan secara swasta adalah 12%. Dalam kajian CBA di RDF *Plant* di Cilacap, perhitungan menggunakan SDR asumsi sebesar

5%, dengan catatan inflasi di Indonesia adalah 7,7% dan 8,4% di tahun 2013 dan 2014 sehingga asumsi yang digunakan dapat merendahkan tingkat inflasi (Anonim, 2015). Namun, menurut data World Bank, rentang inflasi di Indonesia mengalami fluktuasi dengan angka terendah 1.6% (2021) hingga tertinggi 4,2% (2022) selama 2016-2023, masa dimana beberapa proyek RDF lainnya mulai dibangun.

Menurut ADB (2013), negara-negara berkembang pada umumnya menerapkan SDR yang lebih tinggi (8%–15%) dibandingkan negara-negara maju (3%–7%) yang berdasarkan pendekatan analitis yang diikuti oleh negara tersebut. Menurut survei Zhuang dkk. (2007), India dan Pakistan menggunakan SDR 12% sedangkan Filipina, 15%, lebih besar dibanding di China dan Australia dengan SDR 8%, dan Canada, 10%, menggunakan pendekatan yang sama.

Permen PU No. 03 Tahun 2013 telah mengatur seluruh perencanaan dan evaluasi dalam pengadaan proyek pengolahan sampah. Dalam Pasal 7, sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 ayat (1) huruf b, studi kelayakan diperlukan untuk kegiatan penyediaan prasarana dan sarana persampahan yang menggunakan teknologi pengolahan dan pemrosesan akhir berupa proses biologi, termal atau teknologi lain dengan kapasitas lebih besar dari 100 ton/hari, dimana RDF termasuk dalam pemrosesan akhir teknologi lain. Kajian studi kelayakan ini perlu dilakukan sesuai dengan rencana induk penyelenggaraan PSP (Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan) yang telah ditetapkan, termasuk kajian kelayakan teknis, ekonomi, dan keuangan, serta menyertakan kajian lingkungan, sosial, hukum dan kelembagaan. Kelayakan ekonomi dilakukan dengan membandingkan manfaat yang diterima oleh masyarakat dengan biaya yang ditimbulkan, baik berupa biaya operasi, pemeliharaan maupun biaya pengembalian modal. Kegiatan dinyatakan layak ekonomi, jika manfaat ekonomi lebih besar dari biaya yang ditimbulkan, baik berupa biaya operasi, pemeliharaan maupun biaya pengembalian modal.

Dalam PermenPU No. 03 Tahun 2013, kelayakan finansial diukur berdasarkan periode pengembalian pembayaran (*Pay Back Period*); nilai keuangan kini bersih (*Financial Net Present Value/FNPV*); dan laju pengembalian keuangan internal (*Financial Internal Rate of Return/FIRR*). Sedangkan, kelayakan ekonomi diukur berdasarkan nisbah hasil biaya ekonomi (*Economic Benefit Cost Ratio/EBCR*), nilai ekonomi kini bersih (*Economic Net Present Value/ENPV*); dan laju pengembalian ekonomi internal (*Economic Internal Rate of Return/EIRR*).

Net Present Value (NPV) adalah nilai manfaat atau keuntungan yang diperoleh selama umur instalasi atau proyek dalam kondisi saat ini (Ross, 2010). NPV menunjukkan nilai absolut keuntungan atau daya penghasilan dari modal yang diinvestasikan pada instalasi tersebut. Sebuah instalasi atau proyek dapat dikategorikan layak jika NPV bernilai positif. **Jika CBA menggunakan tingkat diskonto yang lebih tinggi, maka NPV akan lebih rendah** (Ross, 2010). Sebuah proyek dengan NPV negatif menunjukkan ketidaklayakan secara finansial dan standarnya tidak akan diterima, kecuali ada manfaat substansial yang tidak dapat diukur (ADB, 2014).

Parameter lain yang perlu dihitung adalah Tingkat Pengembalian Internal (*Internal Rate of Return/IRR*), yang merupakan tingkat suku bunga yang tepat yang terjadi ketika selisih antara

pendapatan dan pengeluaran adalah nol. IRR menunjukkan nilai relatif dari daya penghasilan modal yang diinvestasikan. **Jika IRR lebih rendah daripada tingkat diskonto yang digunakan, maka proyek yang dikaji tidak layak secara finansial.** Menurut panduan ADB, sebuah proyek umumnya tidak diterima bila memiliki IRR di bawah 12% (ADB, 2014), meskipun dalam beberapa kasus tertentu dapat diterima bila manfaat dirasa lebih penting.

Menurut paparan studi kasus CBA untuk proyek insinerator oleh Badan Kebijakan Fiskal (2024), Kementerian Keuangan Republik Indonesia, besaran IRR khas proyek ini memiliki ambang batas 15%. ADB (2020) dalam Buku Saku Praktik Terbaik Sampah Menjadi Energi, mensimulasikan sebuah proyek RDF memiliki IRR indikatif 15% dengan tipe model bisnis konsesi dan cocok untuk skema KPBU dengan syarat tertentu.

Terakhir, CBA juga perlu memperhatikan *Benefit to Cost Ratio* (BCR), yaitu nilai arus kas bersih dibandingkan dengan biaya investasi dengan memperhatikan nilai periode pengembalian yang diinginkan. Nilai BCR akan memiliki arti sebagai berikut:

- a. Jika nilai BCR sama dengan 1, maka biaya investasi akan sepenuhnya diperoleh dari arus kas bersih.
- b. Jika nilai BCR lebih dari 1, maka arus kas bersih akan lebih besar dibandingkan dengan biaya proyek.
- c. Jika nilai BCR kurang dari 1, maka biaya investasi akan lebih besar dibandingkan dengan arus kas bersih. BCR yang diinginkan adalah lebih dari 1 untuk mendapatkan pendapatan yang maksimal (Ross, 2010).

Terdapat beberapa studi serupa yang memberlakukan tinjauan finansial terhadap implementasi RDF, salah satunya dilakukan dengan mewawancarai para pemangku kepentingan terkait di Thailand dan menghitung data keuangan. Hasilnya, proyek RDF yang dikaji tidak layak untuk dilaksanakan karena **volume sampah yang dihasilkan masih terlalu kecil** untuk menopang operasional. Selain itu, **biaya transportasi yang tinggi** juga menjadi masalah. Untuk mengatasi masalah ini, maka pihak pengelola sampah harus mencari subsidi atau menaikkan harga RDF (AECOM, 2016).

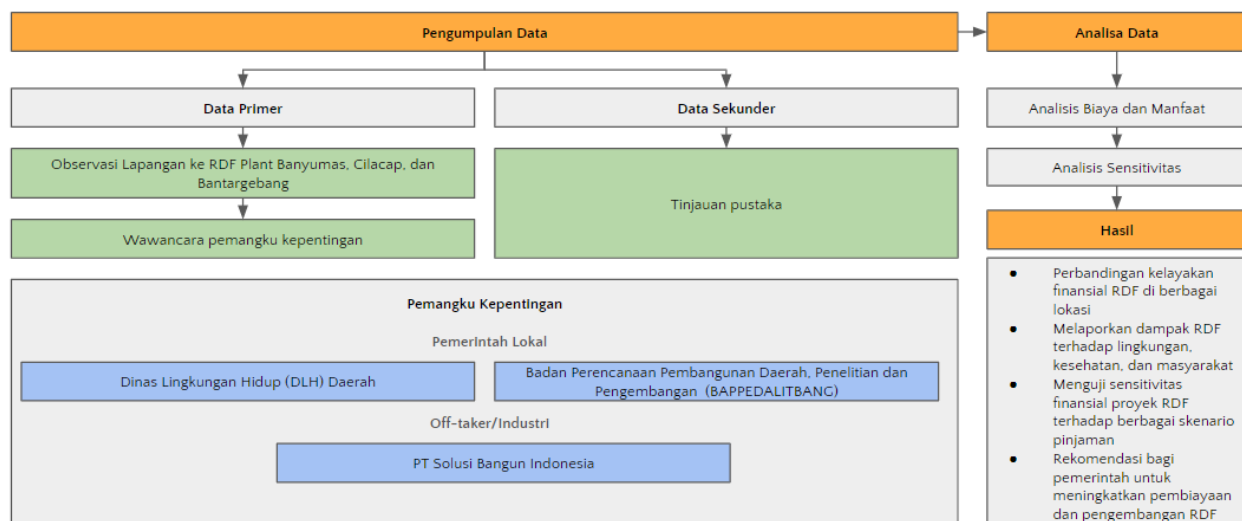
Studi lain di India (Ministry of Housing and Urban Affairs India, 2018) membandingkan biaya yang akan ditanggung dengan skala operasi yang berbeda. Studi tersebut menghitung bahwa untuk mengoperasikan pabrik RDF dengan kapasitas maksimum 100 ton RFD per hari akan memakan biaya modal sebesar INR 125.400.000-153.000.000, yang kurang lebih setara dengan pabrik RDF di Banyumas. Dari hasil analisis, pabrik RDF di India dapat mencapai IRR positif dalam 5 tahun, dan efeknya akan lebih baik lagi jika pabrik tersebut menggabungkan praktik daur ulang dan mengajukan permohonan hibah keuangan.

Studi-studi sebelumnya telah memberikan beberapa gambaran umum mengenai CBA untuk RDF, serta faktor-faktor yang menentukan kelayakan proyek. Sebagai penutup, diharapkan proyek RDF dapat dijustifikasi dan didukung melalui metode pertimbangan ekonomi yang jelas dengan melakukan CBA.

3.2 Metodologi

Struktur metodologi penelitian ini diilustrasikan pada **Gambar III.1**. CBA akan disajikan dalam evaluasi kelayakan finansial dan kelayakan ekonomi, yang dinilai dari beberapa parameter yang digunakan yaitu NPV, IRR, dan BCR. Kelayakan finansial akan mengevaluasi struktur biaya yang berupa biaya operasional, seperti mesin, sumber daya manusia, dan utilitas serta biaya modal dibandingkan dengan manfaat finansial berupa arus kas masuk yang diperoleh dari bantuan dana, penjualan produk, atau lainnya. Kelayakan ekonomi akan menambahkan beberapa nilai eksternalitas pada perhitungan ini. Untuk menyusun analisis, pengumpulan data primer dilakukan melalui observasi lapangan dan wawancara dengan informan kunci atau narasumber, sedangkan data sekunder dikumpulkan melalui tinjauan pustaka. Pengumpulan data primer penting untuk dilakukan karena dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai pelaksanaan RDF di berbagai lokasi di Indonesia. Informan yang terlibat dalam wawancara dibagi menjadi dua kategori pemangku kepentingan, yaitu pemerintah daerah yang mengoperasikan pabrik RDF dan *offtaker* atau pembeli RDF.

Dalam penyusunan CBA, semua biaya dan manfaat yang terkait dengan implementasi RDF harus dicantumkan. Biaya dapat berupa biaya investasi atau belanja modal, serta belanja operasional. Di sisi lain, manfaat dapat diperoleh dari hasil penjualan RDF, APBD, serta retribusi sampah yang dibebankan kepada masyarakat. Selisih antara biaya dan manfaat tahunan kemudian dihitung untuk menentukan arus kas bersih tahunan. Kemudian, arus kas kumulatif didiskontokan sepanjang tahun untuk mencerminkan inflasi dan biaya peluang modal. Dengan begitu, dana yang diproyeksikan akan disesuaikan berdasarkan nilai sekarang atau *present value*. Hasil dari CBA akan menjadi rekomendasi bagi dinas lingkungan hidup setempat untuk dipertimbangkan terkait operasi RDF mereka.



Gambar III.1 Kerangka Studi Analisis Biaya Manfaat

Setelah arus kas dan *present value* kumulatif dihitung, maka beberapa parameter dalam CBA seperti NPV, IRR, dan BCR juga dapat dihitung. Bentuk umum dari persamaan NPV adalah:

$$NPV = -S + \sum_{t=0}^T \frac{x_t}{(1+i)^t}$$

dimana S adalah investasi awal proyek, x_t didefinisikan sebagai arus kas pada tahun ke t , dan i didefinisikan sebagai tingkat diskonto. Rumus IRR dapat ditunjukkan sebagai berikut:

$$\sum_{t=0}^T \frac{x_t}{(1+IRR)^t} = 0$$

dimana x_t didefinisikan sebagai arus kas pada tahun ke t . Terakhir, rumus BCR dapat ditunjukkan sebagai berikut:

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^n NCF_t(1+i)^t}{S}$$

dimana NCF_t didefinisikan sebagai arus kas bersih pada tahun ke t , i didefinisikan sebagai tingkat diskonto, dan S adalah investasi awal proyek (Ross, 2010).

Dalam penelitian ini, tiga lokasi dengan proyek RDF yang telah berjalan dipilih untuk analisis CBA, yaitu: RDF *Plant* di Banyumas atau UPT TPA BLE di Kelurahan Wlahar Wetan akan mewakili **proyek skala kecil**, RDF *Plant* di Cilacap atau TPST Jeruk Legi di Kelurahan Plered akan mewakili **proyek skala menengah**, dan RDF *Plant* di Bantargebang atau TPST Bantargebang di Kelurahan Ciketing Udik akan mewakili **proyek skala besar**. Seluruh nilai finansial dalam halaman selanjutnya akan disajikan dalam juta rupiah, kecuali bila disebutkan berbeda.

CBA akan dibuat berdasarkan data yang telah dikumpulkan. Kajian yang dihasilkan akan mengikuti beberapa skenario yang ditetapkan dengan asumsi tertentu. Bagian yang akan dikaji dalam CBA *ex-ante* menggunakan skenario 70% (pesimis), 90%, dan 100% (optimis) produksi RDF. Kondisi saat ini, atau *Business-as-Usual* (BaU) digambarkan pada CBA *ex-post*, dimana angka-angka yang digunakan disesuaikan dengan kondisi nyata operasional terbaru. Baik CBA *ex-post* dan *ex-ante* menggunakan 100% modal tanpa pengembalian. Terakhir, CBA dilakukan untuk skenario peminjaman, dengan skenario pengambilan pinjaman sebesar 20% dan 40% dari biaya modal. Pengambilan pinjaman diasumsikan untuk dikembalikan per kuartal selama lima tahun, dengan tahun konstruksi tidak ada pengembalian. Kajian ini menggunakan analisis sensitivitas produksi RDF, laju diskonto (SDR), dan bunga pinjaman yang disesuaikan dengan angka bunga yang pernah diberlakukan pada proyek pemerintah lainnya, seperti pada Pemulihan Ekonomi Nasional (PEN) dan bunga yang diberlakukan PT SMI, yaitu bunga setara SBN 6,55% ditambah dengan suku bunga tambahan sewaktu dihitung. Perhitungan ini menggunakan tambahan suku bunga sebesar 0,75% berdasarkan hasil dari wawancara dengan PT SMI. Perbandingan skenario ditunjukkan pada **Tabel III.1**. Asumsi lainnya akan ditunjukkan pada Lampiran 2.

Tabel III.1. Daftar Skenario dan Analisis Sensitivitas

Tipe Analisis	Skenario Sensitivitas	Target Nilai	Asumsi
CBA <i>ex-ante</i> (Tidak ada pengembalian modal: PHLN)	Persen Produksi RDF (100%, 90%, 70%)	IRR 12-15% (ADB, 2013)	SDR 5% menyesuaikan yang pernah digunakan dalam kajian proyek RDF sebelumnya, dengan operasional 365 hari.
CBA <i>ex-post</i> (Tidak ada pengembalian modal: PHLN)	Laju Diskonto/SDR (5%, 7%, 12%)	NPV positif, B/C >1, IRR>laju diskonto	Hari operasional 320-315 hari dengan data produksi RDF berupa rata-rata dari produksi terendah dan tertinggi yang pernah tercatat.
CBA dengan pinjaman dan pengembalian	Skenario pinjaman dari 20% dan 40% modal, analisis sensitivitas menggunakan kombinasi skenario dengan SDR 5% dan 12% dan bunga pinjaman 5,66%, 7,2%, dan 8,25%	IRR > laju diskonto, B/C>1, NPV >1 bila memungkinkan	Pengembalian pinjaman selama lima tahun, dengan tahun konstruksi (Tahun 0) tidak ada pengembalian.

3.3 Efektivitas Biaya

Kinerja keuangan dalam tiga studi kasus ini memiliki karakteristik yang berbeda karena proyek yang dilakukan memiliki latar belakang teknologi dan model bisnis yang berbeda. Data terkait ketiga proyek yang dievaluasi disajikan dalam Tabel III.2. Dalam tabel tersebut, *processed waste* (PW) menunjukkan variabel sampah masuk yang diproses sebagai bahan baku dan “RDF” menunjukkan variabel jumlah RDF diproduksi. Biaya modal (CAPEX) dan biaya operasional (OPEX) yang terkait juga disajikan. Kapasitas mesin RDF tidak selalu bisa dimanfaatkan 100%, sehingga dalam kajian *ex-post*, angka rerata akan digunakan berdasarkan data yang dikumpulkan. Selisih dari kapasitas mesin dengan angka nyata (riil) akan menunjukkan tingkat optimalisasi mesin.

Tabel III.2 Tabel perbandingan kapasitas input sampah dan output produk RDF di masing-masing *plant*

Parameter	PW		RDF	
RDF Plant	PW Maksimal (tpd), <i>ex-ante</i>	Rata-rata PW (tpd) <i>ex-post</i>	Produksi RDF (tpd), <i>ex-ante</i>	Rata-rata Produksi RDF (tpd), <i>ex-post</i>
Banyumas	100	75	40	35
Cilacap	200	150	80	75
Bantargebang	2.200	950	700	400

3.3.1 Desain dan Operasional

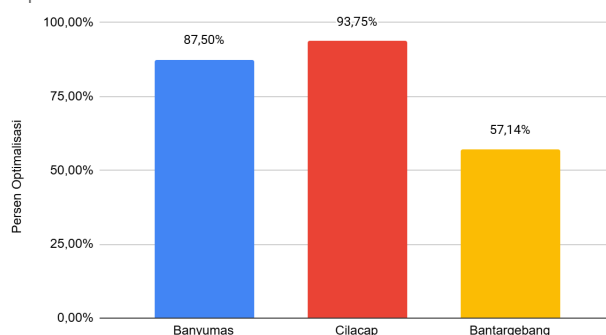
Ketiga lokasi RDF memiliki penyedia teknologi yang berbeda dengan alur proses serta keandalan mesin yang berbeda. Secara desain alat, TPS Bantargebang memiliki kapasitas mesin 2.200 ton per jam sampah masuk (dikelola) yang rencananya akan menghasilkan hingga 950 ton RDF, TPS Cilacap memiliki kapasitas mesin 200 ton per jam yang menghasilkan hingga 80 ton per jam RDF, sedangkan TPS Banyumas memiliki kapasitas lebih kecil, yakni 100 ton per jam sampah. Perlu diketahui bahwa faktor hari operasional sangat berpengaruh terhadap kinerja proses, keandalan mesin, dan kinerja keuangan.

Pada teorinya, sebuah pabrik dapat beroperasi selama 365 hari selama 24 jam secara penuh (skenario optimis). Namun, faktor manajemen organisasi yang berbeda atau jadwal pemeliharaan, misalnya pada pengolahan berbasis masyarakat, dapat menghasilkan total hari operasional yang kurang dari 365 hari. Karenanya, jumlah produksi riil perlu mempertimbangkan total hari operasional tercatat dalam setahun. Menurut hasil wawancara, Banyumas beroperasi 26 hari per bulan, Cilacap 320 hari per tahun, dan Bantargebang 22 hari per bulan. Mempertimbangkan total hari operasional yang dapat berbeda di setiap bulannya pada Banyumas dan Bantargebang, maka untuk kajian *ex-post*, asumsi hari operasional untuk Banyumas dan Bantargebang akan digunakan 315 hari dalam setahun. Asumsi ini bisa jadi melebihi kinerja ekonomi dan keuangan tidak sesuai kondisi nyata dan memerlukan studi lebih lanjut.

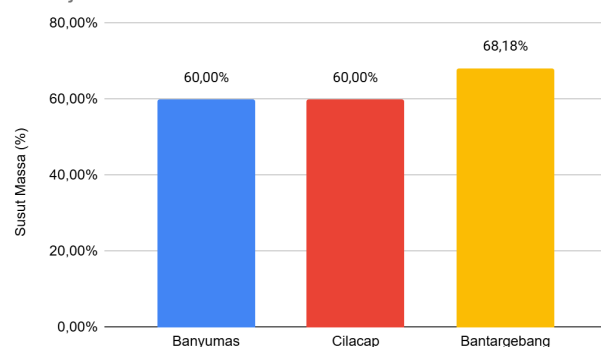
Jika membandingkan tonase operasional dengan yang direncanakan secara desain, maka akan didapatkan angka optimalisasi mesin secara desain yang dapat dilihat di **Gambar III.2 (kiri)**. Kurangnya optimalisasi kapasitas mesin akan mengindikasikan kurang efektifnya biaya yang dikeluarkan dibanding manfaat yang diharapkan. RDF adalah teknologi yang lebih disukai karena dapat menyusutkan volume atau massa sampah, atau dengan kata lain valorisasi kuantitas, secara efektif dengan hasil akhir produk yang dapat menjadi arus pendapatan. Hasil yang diharapkan, yaitu susut massa, akan dipengaruhi oleh keandalan jenis mesin sesuai dengan desain perencanaan awal, dimana pada ketiga lokasi ditunjukkan di **Gambar III.2 (kanan)**. Rumus susut massa yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Susut Massa} = \frac{\text{Sampah masuk (tpd)} - \text{Hasil RDF (tpd)}}{\text{Sampah masuk (tpd)}}$$

Optimalisasi Mesin RDF



Kinerja Susut Massa Proses RDF



Gambar III.2 Perbandingan tingkat optimalisasi mesin dan susut massa sesuai desain RDF

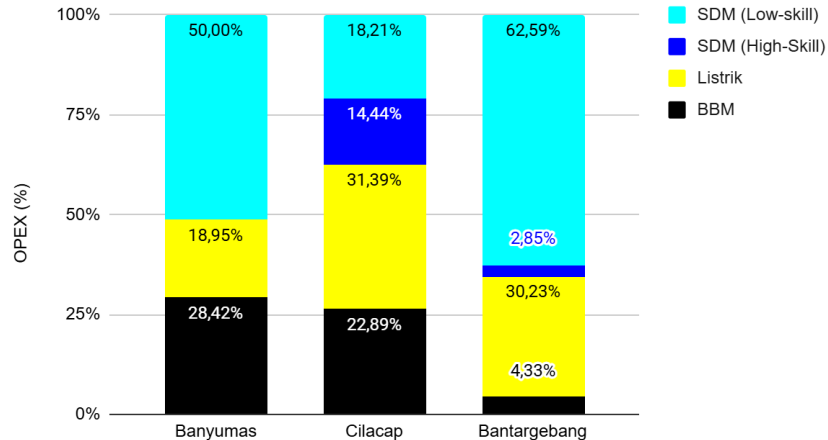
3.3.2 Biaya dan Pendapatan

Langkah pertama yang harus dilakukan untuk menyusun CBA adalah membuat daftar semua komponen pengeluaran dan pendapatan. Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, pengeluaran dapat dibagi menjadi pengeluaran modal (CAPEX) dan operasional (OPEX). Belanja Modal (CAPEX) dalam hal ini adalah biaya yang ditanggung untuk instalasi RDF dan sifat dari biaya ini adalah tetap. Nilai CAPEX yang digunakan dalam analisis di bab ini hanya termasuk belanja modal untuk bangunan, teknologi dan peralatan sedangkan besaran modal untuk aspek lainnya seperti persiapan pembangunan, biaya utilitas selama konstruksi dan lainnya diabaikan. Sedangkan Biaya Operasional (OPEX) merupakan biaya yang dikeluarkan secara rutin, biasanya bulanan atau diakumulasikan sebagai pengeluaran tahunan. Biaya termasuk untuk utilitas dan pemeliharaan, termasuk upah karyawan, bahan bakar transportasi sampah, dan lain lain. Penjabaran data terkait modal ditunjukkan pada Lampiran 2.

Biaya modal dari implementasi proyek RDF akan sebanding dengan kapasitas dan keandalan mesin yang dibeli. Pada tiga kasus dalam studi ini, Banyumas, Cilacap, dan Bantargebang masing-masing memiliki spesifikasi alat berbeda tergantung pada spesifikasi sampah yang dikelola dan sangat berpengaruh terhadap kinerja keuangan. Contohnya, alat pada Bantargebang didesain untuk memproses sampah lama dan sampah baru, dimana Banyumas dan Cilacap tidak membedakan jenis sampah. Mesin dengan kapasitas tinggi umumnya memiliki tingkat otomatisasi lebih baik daripada mesin kapasitas rendah. Sebagai contoh, proyek Banyumas membutuhkan tenaga kerja lebih banyak karena proses awal yang belum sepenuhnya terotomatisasi, berbeda dengan kasus di Bantargebang.

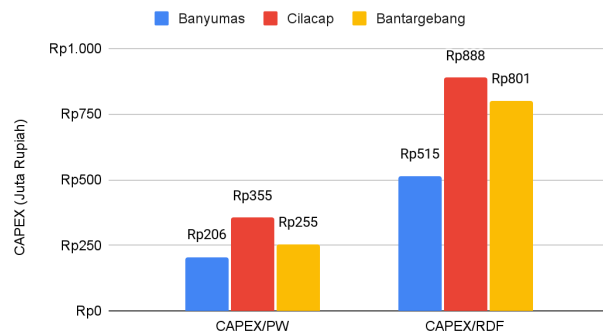
Pabrik dengan tingkat otomatisasi lebih tinggi pada kapasitas lebih besar berdampak pada kebutuhan tenaga kerja terdidik (*skilled*, atau untuk menempati posisi di tingkat manajerial) dibandingkan tenaga kerja umum (*unskilled labor*, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar III.3**). Komposisi biaya untuk tenaga kerja dan utilitas (energi, termasuk BBM dan listrik) menjadi komponen utama pada OPEX pada studi ini sedangkan biaya bahan baku (sampah masuk, termasuk logistiknya) diabaikan.

Komposisi Biaya Operasional Dalam Kajian

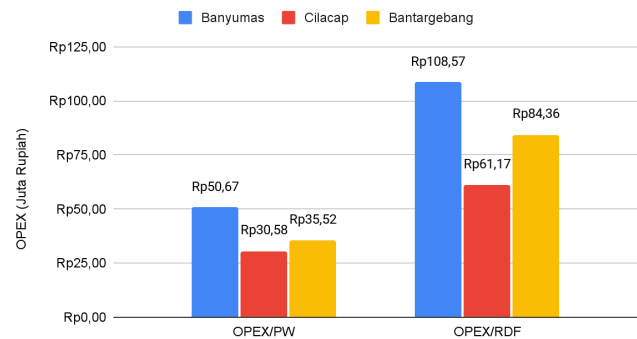


Gambar III.3 Perbandingan Komposisi OPEX

Biaya Modal Terhadap Variabel Kinerja



Biaya Operasional terhadap Variabel Kinerja



Gambar III.4 Perbandingan biaya CAPEX (kiri) dan OPEX (kanan) per variabel kinerja pabrik

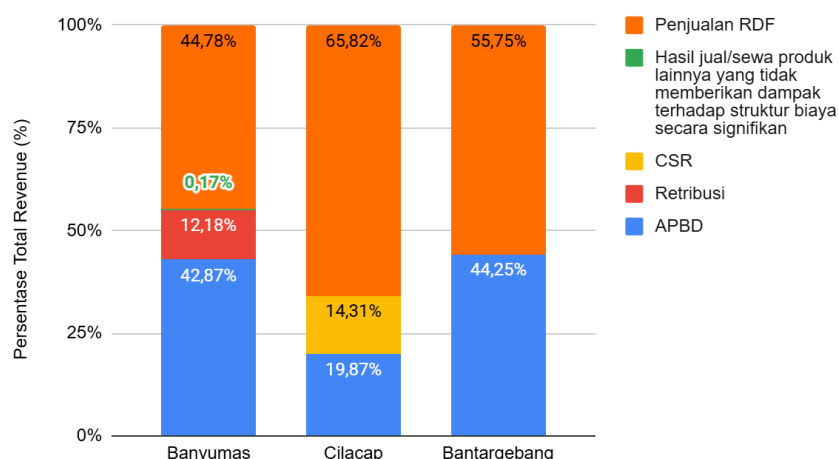
Seperti yang ditunjukkan pada **Gambar III.4**, meskipun proyek Cilacap memiliki desain kapasitas dua kali lebih besar dari Banyumas dan kapasitas Bantargebang sepuluh kali lebih besar dari Cilacap; biaya operasional tidak selalu sebanding dengan kinerja proyek, yang ditunjukkan dengan sampah terkelola (PW) atau produksi (RDF).

Sebagaimana konsep pelayanan publik yang diusung oleh pemerintah dalam mengelola layanan sampah, proyek RDF tidak dapat dilihat sebagai program yang dapat menguntungkan secara komersial. Namun, arus pendapatan penting untuk menanggung biaya-biaya yang telah dikeluarkan. Struktur arus pendapatan di ketiga lokasi ditunjukkan pada **Tabel III.3**. Struktur arus pendapatan yang berbeda mengindikasikan model bisnis yang berbeda. Menganalisis struktur ini dapat menunjukkan potensi penambahan arus pemasukan lain yang dapat diduplikasi pada lokasi proyek lainnya.

Tabel III.3 Arus pendapatan dari ketiga studi kasus

Produk	Input - Output Produk RDF			Pendapatan dari Produk (Rp/Bulan)	Pendapatan dari Produk (Rp/Tahun)
	Jumlah input (ton)	Jumlah Output (ton/hari)	Harga RDF (Rp/ton)		
Banyumas					
RDF	75	35	360.000	327.600.000	3.931.200.000
Jasa Sewa Lahan				1.250.000	15.000.000
Total Pendapatan				328.850.000	3.946.200.000
Cilacap					
RDF	150	60	414.000	745.200.000	8.942.400.000
Total Pendapatan				745.200.000	8.942.400.000
Bantargebang					
RDF (sampah baru)	600	200	360.000	1.584.000.000	19.008.000.000
RDF (sampah lama)	350	100	360.000	792.000.000	9.504.000.000
Total Pendapatan				2.376.000.000	28.512.000.000

Struktur Arus Pendapatan Proyek RDF

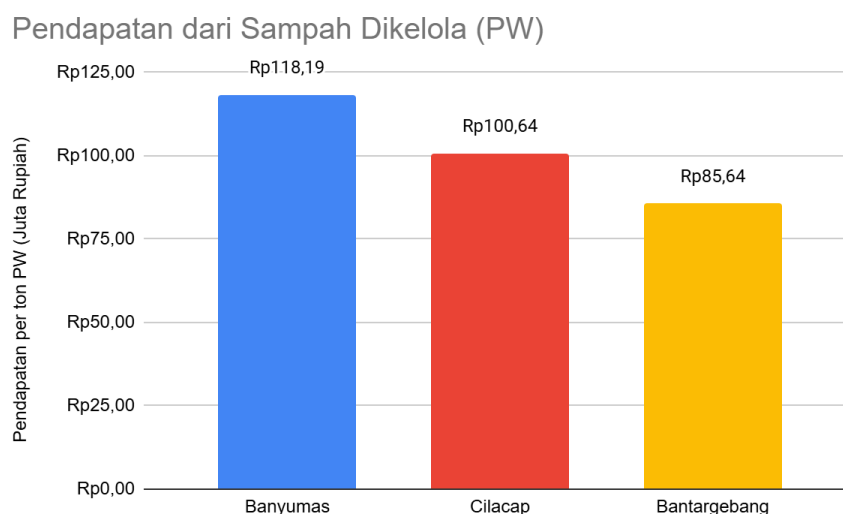


Gambar III.5 Struktur arus pendapatan proyek RDF

Proyek di Banyumas mendapatkan pemasukan dari retribusi dari KSM (Kelompok Swadaya Masyarakat) dan APBD, sedangkan Cilacap memiliki pemasukan dari APBD ditambah metode *cost sharing* dengan PT SBI, salah satunya adalah melalui bantuan biaya pemeliharaan dan biaya lainnya. Saat ini, proyek Bantargebang hanya disokong oleh penjualan RDF dan APBD saja, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar III.5**. Proyek di ketiga lokasi berhubungan dengan tiga *offtaker* berbeda dengan model kerjasama yang berbeda, salah satunya berdampak pada harga jual RDF yang berbeda. Untuk memiliki arus pendapatan yang lebih baik, meningkatkan harga jual atau diversifikasi pendapatan dapat berpotensi mendukung kestabilan keuangan, sehingga tidak hanya mengandalkan APBD yang berkemungkinan dipengaruhi oleh arah

kebijakan pemerintah daerah. Dengan asumsi pendapatan dari jasa sewa lahan *maggot* tidak berhubungan dengan pengadaan alat baru yang merubah CAPEX maupun OPEX; maka, arus pendapatan Banyumas didapatkan dari RDF dan jasa sewa lahan *maggot*.

RDF lebih disukai karena dapat dipandang sebagai pengelolaan sampah yang menghasilkan keuntungan (Pemprov Jakarta, 2023). Keuntungan secara finansial per sampah yang diolah berbanding lurus dengan kinerja penjualan serta optimalisasi proses. Pendapatan tahunan per ton sampah dikelola ditunjukkan pada **Gambar III.6**. Keuntungan per sampah yang diproses menggunakan RDF tidak hanya dapat dilihat secara keuangan, namun juga faktor eksternalitas, yang akan mendukung kelayakan ekonomi.



Gambar III.6 Pendapatan Tahunan per ton Sampah Diproses

Kinerja pengelolaan yang berbeda pada tiga lokasi proyek RDF menegaskan bahwa pemilihan fasilitas yang akan dibangun serta manajemen produksi sangat penting untuk disesuaikan dengan kebutuhan yang ada untuk memaksimalkan potensi alat yang diinvestasikan. Dengan optimalisasi serta harga per ton RDF yang juga lebih rendah di TPS Bantargebang dibanding TPS Cilacap, maka keuntungan per ton sampah diproses juga rendah. Pengaturan harga produk, umumnya, dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti:

1. Kualitas produk

Kualitas RDF yang dipertimbangkan oleh industri tercermin pada SNI 9931:2024, utamanya, mempertimbangkan nilai kalor. RDF memiliki nilai kalor yang setara dengan batu bara kualitas rendah hingga menengah, sehingga tidak menghasilkan kerugian jika digunakan sebagai substitusi bahan bakar pada persentase tertentu yang dapat diterima. Nilai kalor dipengaruhi oleh komposisi, seperti kandungan plastik, air, dan komponen organik. RDF dari sampah baru akan memiliki nilai kalor lebih tinggi dibanding sampah lama. Sampah lama memiliki kandungan organik yang lebih sedikit yang diakibatkan penguraian oleh bakteri di dasar tumpukan sampah. Pengolahan

sampah di hulu yang lebih baik, seperti jika tersortir dari sumber, akan menghasilkan kualitas RDF yang lebih baik.

2. Perjanjian Jual Beli (PJB) dengan *offtaker*

PJB dapat diinisiasi jika telah ada pemetaan potensi RDF atau biomassa lainnya dalam daerah terdekat dari pabrik perusahaan *offtaker* yang berminat, terlebih jika sesuai dengan daerah prioritas pendanaan CSR. Keuangan proyek akan terganggu bila arus pendapatan hanya mengandalkan CSR dalam paruh besar.

Saat ini, RDF digunakan sebagai campuran bahan bakar di tanur industri semen sebesar 5% dari total kebutuhan tonase bahan bakar. Karena kapasitas pembelian yang kecil, maka strategi model bisnis untuk penyerapan RDF oleh *offtaker* secara optimal perlu didesain dengan baik. Sebagaimana PT PLN EPI dalam wawancara mengungkapkan, jika pemerintah daerah dapat membuat proyek RDF dengan produk berkualitas tinggi dan meyakinkan keterjaminan suplai RDF secara kuantitas dan kualitas, maka kemungkinan kerjasama dan PJB akan lebih tinggi dan meningkatkan motivasi industri *offtaker* untuk mencapai negosiasi harga jual yang lebih baik. Harga yang dipertimbangkan akan juga menambahkan faktor logistik, yang dipengaruhi oleh kelayakan dan panjang jalur yang dapat ditempuh oleh truk.

3.4 Analisis CBA

3.4.1 Eksternalitas

Dalam menganalisis kelayakan ekonomi, komponen biaya-manfaat akan berbeda dari komponen arus kas masuk dan keluar yang digunakan pada kajian kelayakan finansial. Dalam kasus ini, misalnya pada arus kas masuk proyek yang dapat terdiri dari penghasilan dari penjualan produk, bantuan dana dari APBD, APBN, dan lainnya (lihat **Gambar III.5** dan **Tabel III.3**) tidak dapat dianggap sebagai kuantifikasi manfaat, malah sebaliknya, berupa biaya yang perlu dikeluarkan oleh pemerintah. Dalam hal ini, maka komponen manfaat akan memasukkan faktor eksternalitas dari lingkungan yang berupa penghematan emisi karbon yang dikeluarkan dengan produksi RDF sebagai pengganti pengelolaan sampah dibanding dengan pengelolaan dengan metode *landfill*, penghematan operasional *landfill* dan biaya tanah per luas jejak sampah yang diproses menjadi RDF. Komponen biaya-manfaat dalam kelayakan ekonomi serta asumsi yang digunakan ditunjukkan pada **Tabel III.4**. Asumsi yang digunakan mungkin kurang sesuai dengan setiap lokasi dan memerlukan studi lebih lanjut. Biaya-biaya akan dikenakan kenaikan sebesar 3,5% tiap tahunnya, termasuk yang berkaitan dengan komponen manfaat, kecuali pada biaya karbon yang akan digunakan tetap tiap tahunnya. Model ini juga mengasumsikan tidak ada perubahan produksi sepanjang 10 tahun, sesuai dengan skenario *ex-ante* (90% dari skenario optimis) dan *ex-post* (Sesuai kondisi saat ini).

Tabel III.4 Komponen Biaya-Manfaat Kelayakan Ekonomi

Komponen Biaya	Asumsi	Komponen Manfaat	Asumsi
Biaya Modal	Sekali (CAPEX),	Penghematan pembelian	Penghematan dihitung tiap 5

	disesuaikan tiap proyek. Hanya mencakup bangunan, alat berat, mesin, dan infrastruktur pendukung tanpa biaya tanah.	tanah untuk <i>landfill</i> beserta infrastruktur yang terkait dengan pembangunan TPST	tahun dengan mengalikan besaran sampah dialihkan dari TPST dengan adanya pabrik. Penghematan biaya ini menggunakan asumsi Rp658.036/m ² area timbunan sampah.
Biaya Operasional	Berulang, disesuaikan tiap proyek	Penjualan produk RDF	Berulang, disesuaikan dengan tiap proyek
Biaya Pemeliharaan	Berulang, hanya ditambahkan bila komponen pemeliharaan tidak dijelaskan pada proses pengumpulan data dan akan menggunakan asumsi 7% dari CAPEX, atau disesuaikan dengan skenario tertentu.	Pemasukan dari penghematan biaya karbon	Jejak karbon dihemat didasarkan pada perbandingan hasil emisi CO ₂ menurut <i>Life Cycle Analysis</i> dari sampah dikelola di TPST (penumpukan terbuka) dan sampah dikelola menjadi RDF. Menggunakan asumsi RDF digunakan di PLTU, biaya yang digunakan adalah Rp30.000/ton CO _{2eq}
		Penghematan biaya operasional TPST	Pengalihan sampah dari TPST menimbulkan penghematan biaya operasional di TPST dengan asumsi Rp58.000/ton sampah diproses (PW).

Kajian eksternalitas pada skenario *ex-ante* menunjukkan besar manfaat yang diharapkan dengan adanya proyek RDF. Jika mengkonversi besaran sampah yang dapat dimasukkan dalam pabrik RDF selama lima tahun, maka terjadi penghematan biaya yang diperlukan pemerintah daerah untuk perluasan lahan dan pembangunan infrastruktur pendukung sebanyak sampah yang dialihkan. Seperti yang diketahui pada perencanaan teknis mengacu pada metode oleh Tchobanoglous (1993), desain TPST umumnya dibuat dalam kerangka waktu 10 tahunan dan penambahan lahan dapat dilakukan Pemerintah Daerah paling cepat lima tahunan. Sampah di TPST dengan metode *sanitary landfill* akan ditimbun dalam sel yang dilakukan kompresi dengan standar minimal sebesar 600 kg/m³ menurut Permen PU No. 13 Tahun 2013. Dalam perhitungan ini, akan digunakan asumsi kompresi sebesar 0,75 ton/m³. Tinggi tumpukan sampah akan digunakan asumsi bentuk kubus dengan tinggi 30,0 m untuk Bantargebang dan 16,0 m untuk Banyumas dan Cilacap. Tinggi ini tidak sesuai standar, dimana dalam Permen PU 13/2013 terkait standar yang dipersyaratkan adalah maksimal sudut ketinggian 30° dan diperlukan perhitungan rinci dengan penambahan desain penyangga tumpukan. Perhitungan ini juga mengabaikan faktor pengali *safety factor* (1,2), namun menggunakan nilai sebenarnya (1,0).

Pada contoh kasus TPST Bantargebang dalam skenario *ex-ante*, yaitu 90% produksi dari skenario optimis (365 hari), maka perhitungan konversi pengalihan sampah menjadi luasan lahan dihemat digunakan perhitungan sederhana sebagai berikut:

Volume sampah = Volume PW (ton) * Jumlah hari operasional dalam setahun * 5

$$= 2.200 * (365 * 90\%) * 5$$

$$= 3.613.500 \text{ ton sampah dialihkan dari TPST per lima tahun}$$

$$\text{Volume terkompresi} = \text{Volume sampah (ton)} / 0,75 \text{ ton/m}^3$$

$$= 3.613.500 / 0,75 = 4.818.000 \text{ m}^3$$

$$\text{Luasan tanah dihemat} = \text{Volume terkompresi} / \text{Tinggi tumpukan}$$

$$= 4.818.000 \text{ m}^3 / 30 \text{ m} = 160.600 \text{ m}^2/5 \text{ tahun} (\sim 16 \text{ hektar})$$

Luasan tanah dihemat per lima tahun akan dikalikan dengan biaya asumsi harga tanah serta biaya pengadaan infrastruktur pendukung TPST sesuai pada **Tabel III.4** dan akan dimasukkan dalam manfaat di tahun ke-1 dan tahun ke-6, dengan biaya di tahun ke-6 telah mendapatkan penyesuaian dengan asumsi kenaikan harga sebesar 7% per tahunnya. Besaran manfaat yang diharapkan sesuai pada desain mesin RDF menghasilkan angka penghematan sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel III.5**. Manfaat penghematan lahan, karenanya, sangat lekat berhubungan dengan kinerja mesin (PW) dan optimalisasinya, sehingga manfaat penghematan yang benar-benar diperoleh saat ini ditunjukkan pada **Tabel III.6**.

Tabel III.5 Penghematan biaya lahan TPST dalam juta rupiah, *ex-ante*

Tahun	Bantargebang	Cilacap	Banyumas
Ke-1	Rp105.680,53	Rp13.510,30	Rp6.755,15
Ke-6	Rp148.222,42	Rp18.948,89	Rp9.474,44

Tabel III.6 Penghematan biaya lahan TPST dalam juta rupiah, *ex-post*

Tahun	Bantargebang	Cilacap	Banyumas
Ke-1	Rp32.819,53	Rp35,99	Rp16,19
Ke-6	Rp46.031,09	Rp50,47	Rp22,71

Penghematan biaya operasional TPST yang dihemat tidak termasuk pada perhitungan di atas dan akan digunakan perhitungan sebagai berikut, dengan peningkatan sebesar 3,5% tiap tahunnya:

$$\text{Penghematan biaya operasional} = \text{PW} * \text{Rp } 58.000$$

Biaya karbon, umumnya dikenal sebagai *Social Cost of Carbon* pada teorinya dapat dikuantifikasi sebesar biaya karbon pada bursa pasar karbon terkait. Saat ini, belum ada mekanisme pasar karbon untuk instalasi pemrosesan sampah. Menurut Tempo (2025), perdagangan karbon internasional yang dirilis Indonesia memiliki harga Rp 96 Ribu dan Rp 144 Ribu per ton. Asumsi disini digunakan harga pajak karbon nilai terendah, yaitu Rp 30 Ribu per ton CO_{2eq} (Muzakki, 2025). Perhitungan jejak karbon menggunakan perbandingan sampah yang diolah dengan metode tumpukan terbuka dengan jumlahan dari jejak karbon dari produksi RDF dan konversinya dalam energi yang digunakan pada penggunaan di industri semen dengan lokasi kajian di skala internasional (Yun, 2007). Kajian ini telah mempertimbangkan kajian sebelumnya terkait jejak karbon penggunaan RDF, seperti di Thailand dan Indonesia (Dusbok

dkk., 2024; Kristanto & Koven, 2019; Suryawan dkk., 2021) namun asumsi yang digunakan dinilai lebih sesuai dengan konteks penggunaan industri meskipun dapat melebihi dampak karbon dan perlu dilakukan studi lebih lanjut dengan data lebih lokal. Produksi energi dari RDF dihitung dengan rumus berikut, menggunakan contoh dari Bantargebang, *ex-ante*.

$$\begin{aligned}\text{Energi dari RDF} &= \text{Ton per hari RDF diproduksi} * \text{Jumlah hari operasi setahun} * 15.690 \text{ kJ/kg} \\ &= 700.000 \text{ kg} * (365 * 90\%) * 15.690 \text{ kJ/kg} \\ &= 229.950.000 \text{ kg} * 15.690 \text{ kJ/kg} * 10^{-9} \text{ TJ/kJ} = 3.607,92 \text{ TJ/tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jejak Karbon RDF} &= \text{Energi dari RDF} * 94.8 \text{ ton CO}_{2\text{eq}}/\text{TJ} \\ &= 3.607,92 \text{ TJ} * 94,8 \text{ ton CO}_{2\text{eq}}/\text{TJ} = 342.030,39 \text{ ton CO}_{2\text{eq}}/\text{tahun}\end{aligned}$$

Jejak karbon selisih dari pengolahan konvensional didasarkan pada Manfredi dkk. (2009) dan akan dikalikan dengan biaya karbon, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Jejak Karbon Sampah Konvensional} &= \text{Ton per tahun sampah diproses} * 2,25 \text{ ton CO}_{2\text{eq}}/\text{Ton} \\ &= 722.700 \text{ ton/tahun} * 2,25 \text{ ton CO}_{2\text{eq}}/\text{Ton sampah} \\ &= 1.626.075,00 \text{ ton CO}_{2\text{eq}}/\text{tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Penghematan biaya karbon} &= \text{Selisih jejak karbon} * \text{Rp}30.000 / \text{ton CO}_{2\text{eq}} \\ &= (1.626.075,00 - 342.030,39) * \text{Rp}30.000 / \text{ton CO}_{2\text{eq}} \\ &= 1.284.044,61 \text{ ton CO}_{2\text{eq}}/\text{tahun} * \text{Rp} 30.000 / \text{ton CO}_{2\text{eq}} \\ &= \text{Rp}38.521.338.318,00 / \text{tahun}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan *ex-ante* dan *ex-post* terhadap penghematan karbon per tahun di masing-masing lokasi ditunjukkan pada **Tabel III.7**.

Tabel III.7 Penghematan jejak karbon akibat pengolahan dengan RDF

Skenario	Bantargebang	Cilacap	Banyumas
<i>ex-ante</i>	1.284.044,61	108.735,81	54.367,91
<i>ex-post</i>	485.898,59	72.302,11	36.757,53

Semua angka dalam satuan selisih ton CO_{2eq}

3.4.2 CBA *ex-ante*

Menggunakan asumsi produksi 90% dari skenario optimis (100% kapasitas, dilakukan selama 365 hari setahun), kinerja kelayakan finansial pada ketiga lokasi disajikan pada **Tabel III.8**. Data yang digunakan pada analisis *ex-ante* akan menggunakan data-data yang sesuai pada rencana awal proyek. Adanya perubahan dalam pelaksanaan operasional, seperti produksi yang tidak maksimal dapat mengganggu kinerja keuangan, digambarkan pada analisis sensitivitas terhadap produksi RDF, yang ditunjukkan pada **Tabel III.9 dan III.10**. Pada kasus ini, Banyumas

tetap memiliki nilai kelayakan yang baik bahkan pada skenario pesimis, sehingga tidak ditampilkan. Skenario optimis mewakili 100% optimalisasi mesin yang dijalankan selama 365 hari. Skenario biasa dilakukan dengan mengalikan penghasilan RDF dengan faktor 0.9 (90% produksi), dan skenario pesimis dengan faktor 0.7 (70% produksi).

Tabel III.8 Perbandingan kinerja proyek RDF dalam skenario 90% produksi selama 10 tahun

Proyek (diskonto: 5%)	Pendapatan Tahunan	NPV (10 th)	IRR	B/C	Kesimpulan
Banyumas	Rp4.730,40	Rp34.038,92	32,27%	2,79	Layak
Cilacap	Rp10.879,92	Rp17.430,67	9,79%	1,31	Layak
Bantargebang	Rp82.782,00	Rp95.922,48	8,39%	1,23	Layak

Semua nilai uang dalam juta rupiah

Tabel III.9 Analisis sensitivitas hasil produksi pada proyek Cilacap

Proyek Cilacap	Pendapatan RDF	NPV (10 th)	IRR	B/C	Kesimpulan
Produksi 100%	Rp12.088,80	Rp26.765,32	12,18%	1,45	Layak
Produksi 90%	Rp10.879,92	Rp17.430,67	9,79%	1,31	Layak
Produksi 70%	Rp8.462,16	-Rp1.238,63	4,64%	1,03	Dipertimbangkan

Semua nilai uang dalam juta rupiah

Tabel III.10 Analisis sensitivitas hasil produksi pada proyek Bantargebang

Proyek Bantargebang	Pendapatan RDF	NPV (10 th)	IRR (10 th)	B/C (10 th)	Kesimpulan
Produksi 100%	Rp91.980,00	Rp166.946,99	10,76%	1,36	Layak
Produksi 90%	Rp82.782,00	Rp95.922,48	8,39%	1,23	Layak
Produksi 70%	Rp64.386,00	-Rp46.126,56	3,27%	0,96	Tidak Layak

Semua nilai uang dalam juta rupiah

Sebagaimana yang ditampilkan, struktur kas masuk dan keluar pada Cilacap dan Bantargebang sangat sensitif terhadap produksi. Menurut hasil wawancara, kendala yang muncul pada proyek di Cilacap bukan terdapat pada penanggalan jadwal operasi pabrik, namun bahan baku masuk (sampah) yang tidak stabil baik secara kuantitas maupun kualitas. Hasil ini dapat menunjukkan bahwa pabrik perlu mempertahankan tingkat produksinya, termasuk pengelolaan logistik dan pra perawatan (*pretreatment*) untuk bahan baku, agar tetap di atas 70% untuk mencegah kerugian finansial lebih lanjut (meskipun menghasilkan nilai B/C sedikit di atas 1). Berbeda dengan Bantargebang dimana pada produksi 70%, ketiga parameter ekonomi menunjukkan hasil tidak layak sehingga dapat diketahui bahwa sedari awal, desain RDF di Bantargebang tidak dapat bertahan dengan penurunan produksi secara signifikan.

Secara umum, proyek pemerintah akan mempertimbangkan aspek-aspek kelayakan ekonomi, sehingga beberapa parameter finansial di bawah angka yang umumnya diharapkan akan dipertimbangkan untuk tetap diterima bila manfaat yang diperoleh dirasa lebih besar. Hasil dari kajian kelayakan ekonomi dari ketiga lokasi ditunjukkan pada **Tabel III.11**. Dengan komposisi

biaya-manfaat yang telah ditentukan, maka secara perencanaan ketiga lokasi layak secara ekonomi, bahkan dengan nilai diskonto (SDR) 12%.

Tabel III.11 Kelayakan ekonomi dari ketiga lokasi RDF, *ex-ante*

Proyek	Net Biaya	Net Manfaat	NPV (12%, 10 th)	EIRR (10 th)	B/C (10 th)
Banyumas	Rp 65.159	Rp 102.196	Rp 12.525	29,6%	1,88
Cilacap	Rp 124.821	Rp 218.583	Rp 22.837	21,0%	1,52
Bantargebang	Rp 1.417.047	Rp 1.958.676	Rp 84.422	16,4%	1,31

Semua nilai uang dalam juta rupiah

3.4.3 CBA *ex-post*

Pada umumnya, kajian finansial proyek pemerintah akan mempertimbangkan laju diskonto yang disesuaikan dengan tingkat inflasi saat itu. Negara maju cenderung menerapkan laju diskonto yang rendah (3-5%) pada proyek-proyek infrastruktur lingkungan prioritas dan menggambarkan kestabilan ekonomi yang baik, sedangkan negara berkembang cenderung menerapkan laju diskonto 11-13% (ADB, 2013). Menurut data yang dikumpulkan, saat ini beberapa proyek infrastruktur seperti RDF terindikasi menggunakan laju diskonto sebesar 3-5% pada kajian pra-kelayakannya.

Seiring berjalannya waktu, beberapa faktor yang mempengaruhi produksi dapat memlimitasi pemanfaatan kapasitas mesin. Dalam kajian *ex-post*, angka rerata produksi RDF dari nilai terendah dan nilai tertinggi tercatat akan digunakan, sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel III.2**, sedangkan analisis sensitivitas akan dilakukan pada tingkat diskonto yang berbeda, yaitu 5%, 7%, dan 12%. Pada laju diskonto 5%, ketiga lokasi menunjukkan kinerja finansial sebagaimana ditunjukkan pada **Tabel III.12**.

Tabel III.12 Kajian kinerja finansial 10 tahun pada laju diskonto 5%

Proyek	Pendapatan Proyek Tahunan	NPV	IRR	B/C	Kesimpulan
Banyumas	Rp8.864,00	Rp18.522,87	20.93%	2.00	Layak
Cilacap	Rp15.096,00	Rp10.141,97	7,85%	1.20	Layak
Bantargebang	Rp81.360,00	-Rp193.040,29	-2,87%	0.69	Tidak Layak

Semua nilai uang dalam juta rupiah

Hasil kajian yang menunjukkan kesimpulan tidak layak pada proyek Bantargebang mengindikasikan adanya kesenjangan terhadap kinerja yang diharapkan (sebagaimana dikaji dengan metode *ex-ante*) dengan kondisi operasional yang nyata pada laju diskonto 5%. Dalam hasil analisis yang mengubah laju diskonto yang digunakan menjadi 5%, 7%, dan 12%, hasil ditunjukkan pada **Tabel III.13**, **III.14**, dan **III.15**. IRR yang sensitif terhadap nilai produksi dan tidak sensitif terhadap laju diskonto menunjukkan bahwa dengan penggunaan laju diskonto sesuai dengan kondisi pasar (12%), kondisi optimalisasi operasional saat ini tidak memenuhi

kelayakan secara finansial. Hal ini dapat diakibatkan model arus kas masuk dan keluar yang berbeda dari laporan keuangan sesungguhnya. Dalam beragam diskonto, kasus Bantargebang menunjukkan kesimpulan tidak layak dengan IRR jauh di bawah SDR yang digunakan.

Tabel III.13 Kajian kinerja finansial 10 tahun di Banyumas

Proyek Banyumas	NPV (10 th)	IRR	B/C (10 th)	IRR>SDR	Kesimpulan
Diskonto/SDR 5%	Rp18.522,87	20,93%	2,00	Ya	Layak
Diskonto/SDR 7%	Rp14.987,42	20,93%	1,85	Ya	Layak
Diskonto/SDR 12%	Rp8.032,73	20,93%	1,56	Ya	Layak

Semua nilai uang dalam juta rupiah

Tabel III.14 Kajian kinerja finansial 10 tahun di Cilacap

Proyek Cilacap	NPV (10 th)	IRR	B/C	IRR>SDR	Kesimpulan
Diskonto/SDR 5%	Rp10.141,97	7,85%	1,20	Ya	Layak
Diskonto/SDR 7%	Rp2.805,59	7,85%	1,11	Ya	Layak
Diskonto/SDR 12%	-Rp11.626,01	7,85%	0,94	Tidak	Tidak Layak

Semua nilai uang dalam juta rupiah

Tabel III.15 Kajian kinerja finansial 10 tahun di Bantargebang

Proyek Bantargebang	NPV (10 th)	IRR	B/C (10 th)	IRR>SDR	Kesimpulan
Diskonto/SDR 5%	-Rp193.040,29	-2,87%	0,69	Tidak	Tidak Layak
Diskonto/SDR 7%	-Rp226.284,61	-2,87%	0,64	Tidak	Tidak Layak
Diskonto/SDR 12%	-Rp291.680,51	-2,87%	0,54	Tidak	Tidak Layak

Semua nilai uang dalam juta rupiah

Manfaat secara lingkungan dan sosial menjadi kurang setelah kuantifikasi secara ekonomi akibat kesenjangan pendapatan riil dari yang direncanakan. Hasil kajian kelayakan ekonomi setelah produksi nyata ditunjukkan pada **Tabel III.16**. Menggunakan laju diskonto 12% pada seluruh lokasi, menunjukkan kesimpulan tidak layak akibat ketiga parameter ekonomi tidak terpenuhi. Analisis ini semakin menguatkan indikasi bahwa dalam perencanaan dan evaluasi, ketiga proyek mungkin dapat menerapkan laju diskonto (SDR) lebih rendah dari 12%. Dalam kajian ekonomi ini, arus kas masuk selain penjualan RDF juga ditiadakan. Hal ini menunjukkan bahwa model saat ini tidak mungkin dilakukan bila tidak ditopang oleh bantuan keuangan yang digelontorkan baik pemerintah pusat, pemerintah daerah, maupun urun daya dari masyarakat seperti biaya CSR atau retribusi sehingga model keuangan tidak independen dan menyerupai model bisnis swasta. Penambahan insentif ekonomi berbasis kinerja seperti biaya karbon pun terbukti tidak mampu menopang kinerja ekonomi, dan karenanya, komitmen berbagai pihak dalam mendukung biaya operasional pabrik perlu dikunci sepanjang masa usia pakai mesin agar manfaat ekonomi yang direncanakan di awal dapat diperoleh secara maksimal.

Tabel III.16 Kajian kinerja ekonomi di ketiga lokasi, *ex-post*

Proyek	Net Biaya	Net Manfaat	NPV (12%, 10 th)	EIRR (10 th)	B/C (10 th)
Banyumas	Rp65.159	Rp66.831	-Rp6.697	1,55%	0,71
Cilacap	Rp124.821	Rp156.859	-Rp11.118	7,50%	0,92
Bantargebang	Rp1.022.358	Rp881.836	-Rp277.391	-5,35%	0,50

Semua nilai uang dalam juta rupiah

3.4.4 Skenario pinjaman

Sebuah proyek pada umumnya tidak memiliki limitasi terhadap pengambilan hutang. Artinya, kemungkinan pengambilan hutang berkisar 0% hingga 100%. Meski demikian, proyek infrastruktur publik milik pemerintah dapat mengambil pinjaman daerah dengan syarat tertentu, salah satunya kapasitas fiskal daerah. BCR lebih kecil dari 1 bermakna biaya investasi akan lebih besar dibandingkan dengan arus kas bersih. *Project owner* perlu mempertimbangkan sokongan arus masuk lain, seperti diversifikasi pendapatan, memaksimalkan kapasitas, atau penurunan biaya.

PT SMI sebagai pembiayaan pembangunan Lembaga Keuangan bukan Bank juga dapat memberikan pinjaman untuk proyek pemerintah. PT SMI memiliki produk dengan kisaran jatuh tempo 3-8 tahun dengan bunga seharga SBN tertinggi saat itu + 0,75%. Analisis peminjaman yang akan dilakukan menggunakan skenario realistis dari potensi produksi RDF (90% dari kapasitas mesin), sehingga dapat memberikan ruang untuk analisis lain dengan berbagai skenario. Peminjaman diasumsikan akan dikembalikan selama lima tahun, dengan penundaan di masa konstruksi, bunga jatuh per kuartal dan pembayaran dilakukan tahunan. Metode pembayaran bunga yang berbeda dapat memberikan hasil yang berbeda pada kelayakan finansial.

Analisis sensitivitas kali ini menggunakan angka-angka asumsi yang didasarkan pada hasil wawancara, sedangkan suku bunga yang dipakai adalah bunga pada proyek sebelumnya yang didanai oleh program Pemulihan Ekonomi Nasional. Dalam kasus ini, bunga paling ringan didasarkan pada keringanan terhadap pelunasan proyek. Pada referensi keringanan ini, pemerintah pusat menetapkan keringanan berupa masa pinjaman 8 tahun, masa tenggang 2 tahun dan hanya bayar cicilan pokok dengan bunga 0% untuk pinjaman I. Sedangkan untuk pinjaman II, beban bunga sebesar 5,66% per tahun selama 5 tahun (setelah dikurangi subsidi 2,59% dari bunga seharusnya 8,25%) dengan masa tenggang 6 bulan. Hasil dari wawancara menjelaskan bahwa PT SMI dapat memberikan bunga pinjaman ringan hingga menengah dengan masa pengembalian 3-8 tahun. Kajian ini hanya menggunakan satu durasi pengembalian (5 tahun).

Seringkali proyek pemerintah masih memberikan toleransi terhadap investasi dengan nilai NPV yang rendah, terlebih dalam studi ini perhitungan NPV hanya dihitung dalam kurun waktu 10 tahun pertama yang dapat dinilai cukup singkat. Karenanya, kesimpulan pada hasil analisis ini dibagi menjadi; "Layak", yaitu secara finansial layak, "Tidak layak", yaitu ketiga parameter (NPV, IRR, dan B/C) secara finansial tidak layak sepenuhnya, dan "Dipertimbangkan" adalah ketika B/C dan IRR masih dirasa masih bisa diterima.

Tabel III.17 berikut menunjukkan kinerja keuangan di Banyumas dengan beberapa skenario pinjaman. Skenario pinjaman bervariasi mulai dari pengenaan bunga pinjaman pada 20% dan 40% dari keseluruhan CAPEX serta pengenaan bunga sebesar 5% dan 12%. Dapat dilihat bahwa seluruh skenario di Banyumas dapat dengan layak terlaksana, dikarenakan dasar parameter keuangan seperti NPV, IRR, dan B/C yang cukup sehat dari awal. Sedangkan jika dibandingkan dengan **Tabel III.18**, skenario yang layak hanya pada skenario pinjaman yang paling ringan, yaitu pengenaan pinjaman pada 20% CAPEX dengan bunga sebesar 5%. Hal ini menandakan bahwa operasional RDF di Cilacap sensitif terhadap skenario pinjaman yang lebih tinggi. **Tabel III.19** menunjukkan bahwa semua skenario pinjaman untuk operasional RDF di Bantargebang kurang layak untuk dilakukan. Hal ini dikarenakan parameter-parameter kelayakan keuangan untuk periode 10 tahun di Bantargebang dari awal sudah lebih rendah dibandingkan dengan lokasi RDF lainnya, sehingga pengenaan pinjaman akan memperparah kondisi kelayakan keuangan operasional. Oleh karena itu, *plant* Cilacap dan Banyumas perlu meningkatkan pendapatan untuk memperbaiki NPV, dengan cara mengurangi *idle production*, meningkatkan kualitas output RDF, atau implementasi manajemen kas yang lebih baik.

Tabel III.17 Kinerja keuangan di Banyumas dengan skenario pengembalian pinjaman

Proyek Banyumas	Bunga	NPV (10 th)	IRR (10 th)	B/C (10 th)	Kesimpulan
Pinjaman 20% CAPEX, Diskonto 5%	5,66%	Rp29.921,84	28,22%	2,58	Layak
	7,20%	Rp29.763,32	28,07%	2,57	Layak
	8,25%	Rp29.653,30	27,96%	2,56	Layak
Pinjaman 40% CAPEX, Diskonto 5%	5,66%	Rp25.804,76	24,35%	2,37	Layak
	7,20%	Rp25.487,72	24,06%	2,35	Layak
	8,25%	Rp25.267,68	23,86%	2,34	Layak
Pinjaman 20% CAPEX, Diskonto 12%	5,66%	Rp15.958,36	28,22%	1,99	Layak
	7,20%	Rp15.826,37	28,07%	1,98	Layak
	8,25%	Rp15.734,77	27,96%	1,98	Layak
Pinjaman 40% CAPEX, Diskonto 12%	5,66%	Rp12.530,42	24,35%	1,80	Layak
	7,20%	Rp12.266,45	24,06%	1,79	Layak
	8,25%	Rp12.083,25	23,86%	1,78	Layak

Semua nilai uang dalam juta rupiah

Tabel III.18 Kinerja keuangan di Cilacap dengan skenario pengembalian pinjaman

Proyek Cilacap	Bunga	NPV (10 th)	IRR (10 th)	B/C (10 th)	Kesimpulan
Pinjaman 20% CAPEX, Diskonto 5%	5,66%	Rp4.555,51	6,22%	1,12	Layak
	7,20%	Rp4.008,63	6,07%	1,11	Dipertimbangkan
	8,25%	Rp3.629,07	5,97%	1,10	Dipertimbangkan
Pinjaman 40% CAPEX, Diskonto 5%	5,66%	-Rp9.648,21	2,53%	0,91	Kurang Layak
	7,20%	-Rp10.741,98	2,25%	0,89	Kurang Layak

	8,25%	-Rp11.501,10	2,07%	0,88	Kurang Layak
Pinjaman 20% CAPEX, Diskonto 12%	5,66%	-Rp16.873,31	6,22%	0,85	Kurang Layak
	7,20%	-Rp17.328,66	6,07%	0,85	Kurang Layak
	8,25%	-Rp17.644,68	5,97%	0,84	Kurang Layak
Pinjaman 40% CAPEX, Diskonto 12%	5,66%	-Rp28.699,51	2,53%	0,67	Kurang Layak
	7,20%	-Rp29.610,20	2,25%	0,65	Kurang Layak
	8,25%	-Rp30.242,25	2,07%	0,64	Kurang Layak

Semua nilai uang dalam juta rupiah

Tabel III.19 Kinerja keuangan di Bantargebang dengan skenario pengembalian pinjaman

Proyek Bantargebang	Bunga	NPV (10 th)	IRR (10 th)	B/C (10 th)	Kesimpulan
Pinjaman 20% CAPEX, Diskonto 5%	5,66%	-Rp16.252,95	4,45%	1,02	Kurang Layak
	7,20%	-Rp20.572,01	4,30%	1,01	Kurang Layak
	8,25%	-Rp23.569,65	4,20%	1,01	Kurang Layak
Pinjaman 40% CAPEX, Diskonto 5%	5,66%	-Rp128.428,38	0,81%	0,81	Kurang Layak
	7,20%	-Rp137.066,51	0,54%	0,79	Kurang Layak
	8,25%	-Rp143.061,77	0,36%	0,78	Kurang Layak
Pinjaman 20% CAPEX, Diskonto 12%	5,66%	-Rp173.636,52	4,45%	0,77	Kurang Layak
	7,20%	-Rp177.232,62	4,30%	0,77	Kurang Layak
	8,25%	-Rp179.728,49	4,20%	0,76	Kurang Layak
Pinjaman 40% CAPEX, Diskonto 12%	5,66%	-Rp267.035,17	0,81%	0,59	Kurang Layak
	7,20%	-Rp274.227,39	0,54%	0,57	Kurang Layak
	8,25%	-Rp279.219,12	0,36%	0,56	Kurang Layak

Semua nilai uang dalam juta rupiah

3.5 Manfaat Lainnya

Kajian yang telah dilakukan telah menyesuaikan dengan peraturan yang ada, namun dapat dikembangkan lagi dengan komponen biaya manfaat yang lebih rinci. Dalam Permen PU No. 3 Tahun 2013, kajian kelayakan ekonomi dapat memperhitungkan manfaat yang dapat diukur dengan nilai uang (*tangible*) berupa manfaat langsung dan manfaat tidak langsung maupun manfaat yang tidak dapat diukur dengan nilai uang (*intangible*). Manfaat langsung yang dimaksud adalah:

- pendapatan dari material yang dapat didaur ulang;
- pemanfaatan kompos sebagai pupuk dan/atau pengganti tanah penutup TPA;
- pemanfaatan gas bio sebagai sumber energi; dan
- pendapatan dari pemanfaatan lahan bekas TPA untuk keperluan ruang terbuka hijau.

Manfaat tidak langsung yang ditulis dalam peraturan adalah:

- a. peningkatan nilai harga tanah dan bangunan; dan
- b. pengurangan biaya pengolahan air baku air minum.

Sedangkan manfaat yang tidak dapat diukur dengan nilai uang yang ditulis dalam peraturan antara lain:

- a. pengurangan tingkat pencemaran;
- b. terjaganya kelestarian sumber daya air; dan
- c. penurunan derajat konflik yang disebabkan oleh pencemaran persampahan.

Manfaat ekonomis telah dibahas pada sub-bab sebelumnya telah memasukkan beberapa dampak yang secara legal diakui dalam Permen PU No. 3 Tahun 2013, meskipun beberapa di antaranya belum dapat dicakup dalam studi ini, seperti penurunan derajat konflik. Selain dampak yang dikaji di atas dan yang disebutkan dalam peraturan, proyek RDF juga dapat memberikan dampak positif bagi lingkungan, sosial, dan kesehatan masyarakat sekitar.

Dalam aspek lingkungan, pengoperasian RDF dapat mengalihkan pengolahan sampah yang awalnya hanya ditimbun di *landfill* menjadi produk yang berguna untuk menghasilkan energi. Penggunaan *landfill* praktis dikurangi atau sama sekali tidak beroperasi dikarenakan pengolahan RDF, sehingga hal ini dapat mengurangi beban kapasitas atau daya dukung tanah *landfill*. Selain itu, penggunaan *landfill* akan menimbulkan emisi karbon dan metana dari tumpukan sampah. Dengan adanya plant RDF, tumpukan sampah bisa dicegah sehingga emisi karbon dan metana dari Tempat Pengolahan Sampah atau Tempat Pembuangan Akhir dapat menurun. Menurut Low Carbon Development Indonesia (2022), diproyeksikan fasilitas-fasilitas RDF di Indonesia akan mengolah 4.6 juta ton sampah domestik. Jumlah ini sama dengan menghindari 1,9 juta ton emisi CO₂ ekuivalen.

Dalam aspek sosial, kegiatan operasional RDF dapat menciptakan lapangan kerja baru yang meningkatkan ekonomi pekerja terkait (ADB, 2013). Adopsi teknologi baru berupa RDF juga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terkait pentingnya lingkungan khususnya pengolahan sampah. Salah satu contoh aktual yang sudah diimplementasikan yaitu pengembangan konsep *eco-education* yang sedang dilakukan oleh TPA BLE Banyumas. TPA BLE Banyumas akan membuka fasilitas mereka kepada masyarakat, khususnya siswa sekolah untuk berkunjung dan mempelajari tentang pengolahan sampah yang berkelanjutan. Dampak positif selanjutnya yaitu peningkatan kesehatan masyarakat sekitar. Tumpukan sampah dapat menjadi sarang kuman dan penyakit, sehingga pengoperasian RDF yang mengurangi *landfill* dapat mencegah penyebaran penyakit yang bersarang pada *landfill* (Rianawati dkk., 2023). Pengurangan *landfill* juga dapat menciptakan lingkungan yang lebih asri, tertata, bersih dan nyaman.

3.6 Hasil

Dari hasil kajian kelayakan finansial dan ekonomi, terlihat bahwa proyek-proyek yang telah berjalan cenderung menggunakan laju diskonto rendah (5% atau lebih rendah), menempatkan kajian kelayakan finansial dalam skenario optimis (100% optimalisasi kapasitas dengan

operasional sepanjang tahun penuh) dan mengutamakan kelayakan ekonomi dengan mempertimbangkan manfaat dari eksternalitas, utamanya dalam valorisasi sampah (PW). Ditinjau menggunakan data sesuai desain mesin dan skenario optimis, ketiga proyek tersebut layak secara ekonomi dan finansial.

Hasil kajian menunjukkan bahwa kinerja keuangan sangat sensitif terhadap jumlah RDF diproduksi, yaitu bergantung pada jumlah hari operasional dalam setahun serta kelancaran pasokan bahan baku (sampah masuk) yang berhubungan dengan kesesuaian manajemen pengelolaan sampah di hulu. Kendala yang ditemui sehari-hari, termasuk sulitnya melakukan produksi konstan karena fluktuasi kuantitas dan kualitas sampah masuk mengakibatkan penurunan optimalisasi mesin, yang berdampak pada ketidaklayakan finansial, bila dikaji mundur ke belakang (metode *ex-post*), dengan asumsi tidak ada perubahan di masa yang akan datang. Proyek akan bisa berjalan secara berkelanjutan bila dilakukan perbaikan menyeluruh, termasuk meningkatkan keandalan mekanisme kumpul-angkut sampah, manajemen data operasional proses produksi, serta monitor dan evaluasi rutin. Melaksanakan produksi RDF secara optimal membuat investasi yang dilakukan pemerintah daerah dapat memberikan manfaat secara efisien sesuai yang diharapkan, yaitu pengurangan sampah dengan efektif, serta memberikan nilai lebih terhadap lingkungan dan sosial secara berkelanjutan.

Bab 4. Rekomendasi Kebijakan

4.1 Peningkatan Skema Pembiayaan

Pembiayaan pengelolaan sampah, khususnya untuk teknologi RDF, saat ini masih didominasi oleh dana publik seperti APBN dan PHLN. Pemerintah telah menunjukkan komitmennya dengan mengalokasikan anggaran yang cukup untuk mentransformasi paradigma pengelolaan sampah yang masih bersifat konvensional. Meskipun demikian, konsistensi dalam pendanaan tetap diperlukan untuk mencapai tujuan tersebut. Dukungan dana publik ini mencerminkan upaya pemerintah menuju sistem pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan, meskipun teknologi RDF memerlukan biaya yang cukup tinggi.

Di sisi lain, investasi swasta dalam sektor ini masih sangat terbatas. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor penghambat, antara lain persepsi risiko yang tinggi, regulasi yang belum sepenuhnya mendukung, serta terbatasnya insentif yang diberikan. Oleh karena itu, optimalisasi skema pendanaan alternatif, seperti KPBU, menjadi langkah strategis untuk menutupi kesenjangan pembiayaan yang ada. Dalam hal ini, pengintegrasian sumber daya dari sektor publik dan swasta dapat memberikan solusi yang lebih berkelanjutan dalam pengelolaan sampah.

Pemerintah daerah memegang peranan penting dalam mengakses pendanaan untuk proyek RDF. Meskipun kriteria dan prosedur yang telah dijelaskan dalam Bab 2.2 memberikan panduan yang jelas, lebih dari sekadar memenuhi persyaratan administratif, Pemerintah Daerah juga perlu menunjukkan kreativitas dan strategi yang matang dalam menyusun proposal yang kompetitif. Pendekatan yang kolaboratif dan inovatif menjadi kunci untuk meningkatkan keberlanjutan pembiayaan serta pengelolaan sampah di Indonesia.

4.2 Analisis Biaya-Manfaat

Untuk meningkatkan keberlanjutan proyek RDF, pendekatan *blended finance* atau *risk-sharing* dapat diterapkan, termasuk skema pinjaman daerah atau hibah berbasis performa. Dari studi ini, diketahui pinjaman daerah yang memungkinkan hanya mencapai 20%, sehingga model bisnis yang lebih fleksibel perlu dikembangkan agar daerah dapat mengakses pembiayaan dengan lebih mudah.

Studi kelayakan (FS) harus dilakukan secara menyeluruh dengan validasi pihak ketiga untuk memastikan akurasi perhitungan dan asumsi. Penggunaan skenario pesimis dan realistis akan membantu menilai ketahanan proyek terhadap tantangan seperti keterbatasan anggaran dan kendala operasional. Pemerintah daerah juga harus berperan aktif dalam validasi FS, memastikan studi yang dibuat sesuai dengan kebutuhan spesifik RDF, serta meningkatkan kapasitas internal agar tidak bergantung sepenuhnya pada konsultan eksternal.

Dari sisi kelembagaan, perbaikan diperlukan untuk memperkuat pemantauan dan evaluasi, memastikan kepastian pendanaan operasional, serta meningkatkan kapasitas tenaga kerja dan kualitas produk. Pengembangan model bisnis RDF juga perlu diarahkan pada skema kerja sama yang lebih menguntungkan dan membuka peluang diversifikasi produk atau layanan guna

menambah pendapatan proyek.

Reformasi kelembagaan tata kelola RDF plant diperlukan untuk meningkatkan efektivitas proyek RDF, terutama dalam memperkuat monitoring & evaluation, memastikan kepastian pendanaan operasional, dan meningkatkan kapasitas pekerja serta kualitas produk secara berkelanjutan. Selain itu, model bisnis RDF perlu dikembangkan dengan skema kerja sama yang lebih menguntungkan serta membuka peluang diversifikasi produk atau jasa guna memperluas sumber pendapatan proyek.

Profesionalisme tenaga kerja menjadi faktor kunci dalam keberlanjutan proyek RDF. Kapasitas pengelola pabrik harus ditingkatkan melalui pelatihan dan *knowledge-sharing*, atau melalui restrukturisasi kelembagaan seperti pengelolaan oleh UPTD atau swasta yang terbukti meningkatkan efisiensi operasional dan keuangan.

Terakhir, kepastian regulasi sangat dibutuhkan untuk mempercepat pemanfaatan RDF. Pemerintah dapat mengintegrasikan RDF dalam strategi dekarbonisasi industri, menetapkan standar kualitas peralatan dan produk, serta mengatur mekanisme harga RDF agar lebih kompetitif, baik melalui model *floating* (mengikuti harga batubara), *floor price* (batas bawah), atau *ceiling price* (batas atas).

4.3 Ringkasan Rekomendasi

1. Menciptakan iklim investasi yang kondusif, termasuk kepastian hukum, untuk mendukung keberhasilan skema KPBU.
2. Pemerintah daerah perlu berkomitmen tinggi dalam mengalokasikan dana tambahan untuk biaya pengelolaan sampah.
3. Perencanaan dan tata kelola pengelolaan sampah menjadi faktor utama dalam menarik pendanaan di luar pemerintah daerah.
4. Menerapkan skema blended finance atau risk-sharing untuk mengurangi ketergantungan proyek RDF pada hibah dan APBN.
5. Melakukan studi kelayakan (FS) yang tervalidasi pihak ketiga dengan skenario pesimis dan realistis untuk menilai ketahanan proyek.
6. Meningkatkan peran pemerintah daerah dalam validasi hasil kajian FS dan kapasitas internal agar studi RDF sesuai dengan kebutuhan daerah.
7. Melakukan reformasi kelembagaan untuk memperkuat monitoring & evaluation, kepastian pendanaan operasional, dan diversifikasi produk RDF.
8. Meningkatkan profesionalisme pengelola pabrik melalui pelatihan dan restrukturisasi kelembagaan seperti UPTD atau swasta.
9. Menetapkan regulasi yang jelas untuk mendukung pemanfaatan RDF, termasuk standar kualitas produk dan mekanisme harga yang kompetitif.

Daftar Pustaka

AECOM. (2016). *Prefeasibility Study on Refuse Derived Fuel Project in Municipality of Buriram, Thailand*.

<https://events.development.asia/system/files/materials/2016/12/201612-prefeasibility-study-refuse-derived-fuel-project-municipality-buriram-thailand.pdf>.

Aprilia, A. (2021). *Waste Management in Indonesia and Jakarta: Challenges and Way Forward*. ASEF Summer University 23rd Edition, Commissioned by the Asia-Europe Foundation's Education Department and the Hanns Seidel Foundation.

Asian Development Bank. (2020). *Waste To Energy In The Age Of The Circular Economy Waste To Energy In The Age Of The Circular Economy Best Practice Handbook*. DOI: <http://dx.doi.org/10.22617/TIM200330-2>.

Asian Development Bank. (2014). *Estimation of Economic Internal Rate of Return*. <https://www.adb.org/sites/default/files/page/149401/estimation-eirr-2014.pdf>

Asian Development Bank. (2013). *Cost-Benefit Analysis for Development: A Practical Guide*. <https://www.adb.org/sites/default/files/institutional-document/33788/files/cost-benefit-analysis-development.pdf>

Delmon, J. (2010). *Understanding Options For Public-Private Partnerships In Infrastructure: Sorting Out The Forest From The Trees: Bot, Dbfo, Dcmf, Concession, Lease . . .* The World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-5173>

Anonim. (2015). *Cilacap Regency Refuse-Derived Fuel Project Financial Model Review*.

Desdiani, N. A., Sabrina, S., Husna, M., Budiman, A. C., Afifi, F. A. R., & Halimatussadiyah, A. (2022). *Local Budget Resilience in Times of COVID-19 Crisis: Evidence from Indonesia*. *Economies*, 10(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/economies10050108>

Dusbok, A., Niyommaneerat, W., Suphasomboon, T., Sugsaisakon, S., & Kittipongvises, S. (2024). *Environmental and Climate Impacts Associated with Refuse Derived Fuel (RDF) Production: A Case Study in Thailand*. *E3S Web of Conferences*. 566. DOI: [10.1051/e3sconf/202456604006](https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456604006)

Hanley, N. (2013). *Environmental Cost-Benefit Analysis*. *Encyclopedia of Energy, Natural Resource, and Environmental Economics*, 3, 17-24. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375067-9.00103-0>.

Hermawati (2011). *Analisis Kelayakan Finansial dan Ekonomi Terhadap Pelabuhan Sumba Tengah*. *Jurnal Konstruksia*, 3(1), hal. 27-33. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konstruksia/article/viewFile/243/219>

Huang, J., Liu, S., Plaza, A., & Zhou, W. (2018). *Creating an Enabling Environment for*

Public–Private Partnerships in Waste-to-Energy Projects (58th ed.). Asian Development Bank.
<https://doi.org/10.22617/WPS189766-2>

Ihsan, A., Rahmadanti, R. D., & Ilman, A. S. (2023). Subnational Debt Financing in Indonesia. EFI Insight-Finance.

Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., Van Woerden, F. (2018). What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050. World Bank Publications.

Kristanto, G.A. & Koven, W. (2019) Estimating greenhouse gas emissions from municipal solid waste management in Depok, Indonesia, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590252020300088>

Low Carbon Development Indonesia. (2022). Laporan Kajian Analisis Kelembagaan, Perencanaan, dan Opsi Pendanaan & Pembiayaan Pengelolaan Sampah. https://lcdi-indonesia.id/wp-content/uploads/2024/01/Kajian-Analisis-Kelembagaan-Perencanaan-dan-Opsi-Pendanaan-_Pembiayaan-Pengelolaan-Sampah.pdf.

Manfredi, S., Tonini, D., Christensen, T.H., & Scharff, H., (2009) Landfilling of waste: accounting of greenhouse gases and global warming contributions, <https://www.afvalzorg.com/content/uploads/2020/05/Paper-accounting-of-greenhouse-gases-from-landfills.pdf>

Ministry of Housing and Urban Affairs India (2018). Guidelines on Usage of Refuse Derived Fuel in Various Industries.

Muzakki, M.S.W (2025) Pajak Karbon, Solusi Pendanaan APBN yang Berkelanjutan? *Laman Beranda DJP Kementerian Keuangan*. <https://pajak.go.id/id/artikel/pajak-karbon-solusi-pendanaan-apbn-yang-berkelanjutan>

Pemerintah Provinsi DKI Jakarta (2023) Era Baru Pengelolaan Sampah Jakarta, *JaKita*, Edisi 07/2023.

PT SMI. (n.d.). Panduan Inisiasi Pinjaman Daerah.

Rianawati, E., Putra, H. P., Takaendengan, T., Amalia, F.L., Wijaya, H., Augustiawan, A. A., Insan, A. Hasanah, F., Larasati, M., & Safitri, N. (2023). Laporan Akhir Analisis Efisiensi Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah Kecamatan Biringkanaya, Kota Makassar.

Ross, S. (2010). Fundamental of Corporate Finance. McGraw Hill.

Statista (2024) Demographics of Indonesia - statistics & facts. <https://www.statista.com/topics/8377/demographics-of-indonesia/#topicOverview>

Suryawan, I.W.K., Wijaya, I.M.W., Sari, N.K., Septiariva, I.Y., Zahra, N.L. (2021) Potential of Energy Municipal Solid Waste (MSW) to Become Refuse Derived Fuel (RDF) in Bali Province,

Indonesia, JBAT 10(1), 9-5,
<https://pdfs.semanticscholar.org/780b/ea67cd1eff28e09b4261933425fb16622a7d.pdf>

Sesotyaningtyas, M., Mufida, S. F., Mahyastuti, P., Utomo, E. T., Agung, A. N., Panduswanto, P., Maulana, R. F., & Wibowo, Y. A. (2021). Buku 4 – Pendanaan Ketahanan Iklim – Ekonomi Hijau. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., Vigil, S. (1993). Integrated Solid Waste Management. Singapore: Mc Graw-Hill Book Co.

Tempo (2025). RI Resmi Luncurkan Perdagangan Karbon Internasional, Harga Rp 96 Ribu dan Rp 144 Ribu per Ton.
<https://www.tempo.co/ekonomi/ri-resmi-luncurkan-perdagangan-karbon-internasional-harga-rp-96-ribu-dan-rp-144-ribu-per-ton-1196430>

Yun, S. K. (2007). Development of GHG emission factors for alternative fuels with assessment of emission reduction in the cement industry. Graduate student good articles for United Nations Framework Convention on Climate Change, the Korea Energy Management Corporation. 42-43.

Zhuang, J., Z. Liang, T. Lin, and F. de Guzman. 2007. *Theory and Practice in the Choice of Social Discount Rate for Cost-Benefit Analysis: A Survey*. ERD Working Paper No. 94, Economics and Research Department, Asian Development Bank. Manila.

Lampiran

Lampiran 1. Daftar Wawancara Informan Kunci (KII)

Nama Institusi	Tanggal Wawancara
Indonesia Climate Change Trust Fund (ICCTF)	14 Agustus 2024
PT Solusi Bangun Indonesia (SBI)	15 Agustus 2024
PT Sarana Multi Infrastruktur (Persero) (PT SMI)	16 Agustus 2024
Danish Agency	20 Agustus 2024
Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional – Direktorat Lingkungan Hidup	21 Agustus 2024
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) – Direktorat Jenderal Cipta Karya, Direktorat Sanitasi, Subdirektorat Wilayah I	21 Agustus 2024
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) – Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi, Direktorat Bioenergi	22 Agustus 2024
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) – Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah, dan B3, Direktorat Pengelolaan Sampah	23 Agustus 2024
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) – Direktorat Jenderal Cipta Karya, Direktorat Sanitasi, Subdirektorat Perencanaan Teknis Sanitasi	28 Agustus 2024
PT PLN Energi Primer Indonesia	3 September 2024
UPTD Pengelolaan Sampah Regional TPA/TPST Jawa Barat	20 September 2024

Lampiran 2. Komponen Modal

A. Biaya Modal Banyumas (APBN 100%)

Komponen	Jumlah	Masa Ekonomi	Harga per unit (Rp)	Total (Rp)
Lahan (Asumsi: Pemda)				
Bangunan RDF Plant 1	1	20 tahun	12.000.000.000	12.000.000.000
Bangunan RDF Plant 2	1	20 tahun	5.000.000.000	5.000.000.000
Alat mesin RDF Plant 1:				
1. Bag opener	2	5 tahun	150.000.000	300.000.000
2. Gibrik versi 3	1	5 tahun	140.000.000	140.000.000
3. Schredder	1	5 tahun	350.000.000	350.000.000
4. Mesin cacah plastik	1	10 tahun	500.000.000	500.000.000
Total Alat Mesin RDF Plant 1:				1.290.000.000
Alat mesin RDF Plant 2:				
1. Bag opener versi 2	2	5 tahun	200.000.000	400.000.000
2. Gibrik versi 5	1	5 tahun	200.000.000	200.000.000
3. Mesin centris	1	5 tahun	140.000.000	140.000.000
4. Schredder	1	5 tahun	350.000.000	350.000.000
Total Alat Mesin RDF Plant 2:				1.090.000.000
Alat angkut:				
1. Dump truck	2	10 tahun	600.000.000	1.200.000.000
Total Alat Angkut				1.200.000.000
TOTAL INVESTASI				20.580.000.000

B. Biaya Modal Cilacap

Komponen	Jumlah	Masa Ekonomi	Harga per unit (Rp)	Total (Rp)
Lahan (Asumsi: Pemda)				
Bangunan	1	20 tahun	27.000.000.000	27.000.000.000
Alat dan mesin RDF Plant (Mekanikal & Elektrikal; alat berat)	1		44.000.000.000	44.000.000.000
TOTAL INVESTASI				71.000.000.000

Sumber Dana	Komponen CAPEX	Besar Biaya Dibulatkan
-------------	----------------	------------------------

Denmark (DANIDA ESP3)	Mesin Mekanis dan Elektrikal	Rp 44.000.000.000
PUPR	Konstruksi Sipil	Rp 27.000.000.000
APBD Provinsi	Infrastruktur Pendukung	Rp 10.000.000.000
APBD Kabupaten	Lahan	Rp 3.000.000.000
TOTAL		±Rp84.000.000.000

C. Biaya Modal Bantargebang

Komponen	Jumlah	Harga per unit (Rp)	Total (Rp)
Lahan (Asumsi: Pemda)			
Bangunan, Alat dan Mesin untuk RDF Plant	1	472.130.000.000	472.130.000.000
Alat Berat dan Truk	1	55.460.000.000	55.460.000.000
Infrastruktur Pendukung	1	33.140.000.000	33.140.000.000
TOTAL INVESTASI			560.730.000.000

Bantargebang	2022 (Berita)	2023 (Proposal Resmi)	Persentase Resmi
PEN	Rp 456.362.761.938	Rp 448.890.000.000	39,28%
APBD	Rp 613.962.869.611	Rp 694.010.000.000	60,72%
TOTAL	Rp1.070.325.631.549	Rp1.142.900.000.000	100,00%

Lampiran 3. Komponen Biaya operasional RDF Plant di Tiga Lokasi

A. Biaya Operasional Banyumas

Aspek/komponen	Jumlah	Biaya/unit (Rp)	Total Biaya/bulan (Rp)	Total Biaya/tahun (Rp)
Tenaga Kerja (orang)	98	1.615.646	158.333.333	1.900.000.000
BBM (paket)	1		90.000.000	1.080.000.000
Listrik	1	60.000.000	60.000.000	720.000.000
Perawatan kendaraan (Dump Truck)	1		8.333.333	100.000.000
Total Biaya Operasional			316.666.667	3.800.000.000

B. Biaya Operasional Cilacap

Aspek/komponen	Jumlah	Biaya/unit (Rp)	Total Biaya/ bulan (Rp)	Total Biaya/tahun (Rp)
Tenaga Kerja (orang)				1.497.744.000
SDM Pengelola	3		55.212.000	662.544.000
SDM Pendukung	29		69.600.000	835.200.000
BBM (paket)	1		87.500.000	1.050.000.000
Listrik	1	120.000.000	120.000.000	1.440.000.000
Perawatan kendaraan (Dump Truck)	1		50.000.000	600.000.000
Total Biaya Operasional			382.312.000	4.587.744.000

C. Biaya Operasional Bantargebang

Aspek/komponen	Jumlah	Biaya/unit (Rp)	Total Biaya/ bulan (Rp)	Total Biaya/tahun (Rp)
Tenaga Kerja (orang)				22.080.000.000
SDM Pengelola	4	20.000.000	80.000.000	960.000.000
SDM Pendukung	320	5.500.000	1.760.000.000	21.120.000.000
BBM (paket)	8.125	15.000	121.875.000	1.462.500.000
Listrik	5 MW	850.000.000	850.000.000	10.200.000.000
Total Biaya Operasional			2.811.875.000	33.742.500.000

