



Kementerian PPN/  
Bappenas



## Kajian 5

# KEBERLANJUTAN DAN KESIAPAN INVESTASI INFRASTRUKTUR PERSAMPAHAN DI INDONESIA



Supported by:



based on a decision of  
the German Bundestag



# KEBERLANJUTAN DAN KESIAPAN INVESTASI INFRASTRUKTUR PERSAMPAHAN DI INDONESIA

Disusun oleh:

**Dini Trisyanti**

*Sustainable Waste Indonesia (SWI)*

## DAFTAR ISI

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| DAFTAR ISI .....                                                                 | 2  |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                              | 3  |
| DAFTAR TABEL .....                                                               | 3  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                            | 4  |
| EXECUTIVE SUMMARY .....                                                          | 5  |
| 1 PENDAHULUAN .....                                                              | 8  |
| 1.1 Latar Belakang .....                                                         | 8  |
| 1.2 Tujuan dan Ruang Lingkup .....                                               | 8  |
| 1.3 Metodologi dan Pendekatan Analisis .....                                     | 9  |
| 2 LANSKAP PENDATAAN DAN EVALUASI PERSAMPAHAN NASIONAL .....                      | 11 |
| 2.1 Peta Instrumen NSPK Persampahan .....                                        | 11 |
| 2.2 Analisis Gap Instrumen Evaluasi .....                                        | 13 |
| 2.3 Jalur Pendanaan dan Pengadaan Infrastruktur Persampahan .....                | 15 |
| 2.3.1 Peta Delapan Jalur Pendanaan dan Pengadaan Infrastruktur Persampahan ..... | 15 |
| 2.3.2 Catatan Khusus: Dana EPR sebagai Instrumen Ekonomi Sirkular .....          | 17 |
| 2.4 Posisi RIGA dalam Ekosistem Instrumen .....                                  | 18 |
| 3 RIGA PERANGKAT PENILAIAN MANDIRI INVESTMENT GATE .....                         | 20 |
| 3.1 Rasional: Mengapa RIGA Dibutuhkan .....                                      | 20 |
| 3.2 Arsitektur Dua Bagian: Indeks dan Panduan .....                              | 21 |
| 3.3 Tiga Tahap Penilaian dalam Bagian Pertama .....                              | 23 |
| 3.3.1 Tahap 1 Pra-Kondisi: Gerbang Minimum .....                                 | 23 |
| 3.3.2 Tahap 2 Index Gabungan: Potret Kematangan Ekosistem .....                  | 24 |
| 3.3.3 Tahap 2 Lanjutan: Rute Jalur Pendanaan .....                               | 24 |
| 3.4 Enam Pilar Evaluasi: Substansi dan Logika Penilaian .....                    | 31 |
| 3.5 Diferensiasi RIGA dari Instrumen Eksisting .....                             | 32 |
| 3.6 Beban Pengisian: Estimasi Waktu dan Sumber Daya .....                        | 33 |
| 3.6.1 Mekanisme Kelembagaan: Siapa Mengisi .....                                 | 34 |
| 3.7 Kapan RIGA Dilakukan: Triggered Assessment, Bukan Pelaporan Rutin .....      | 35 |
| 3.8 Analisis Rekomendatif .....                                                  | 35 |
| 3.9 Keterbatasan yang Disadari .....                                             | 38 |
| 4 MATRIKS KESIAPAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAMPAH .....                             | 39 |
| 4.1 Posisi Bab Ini dalam Kerangka Laporan .....                                  | 39 |
| 4.2 Arsitektur Matriks: Enam Aspek sebagai Filter Berlapis .....                 | 39 |
| 4.3 Profil Teknologi: Threshold Kritis .....                                     | 43 |
| 4.3.1 Pengolahan Biologis: AD, OWC, IVC, BSF .....                               | 46 |
| 4.3.2 Mechanical Treatment (MT/MRF) .....                                        | 46 |
| 4.3.3 Mechanical Biological Treatment (MBT) .....                                | 46 |

|       |                                                                                |    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.3.4 | Thermal WtE: Incineration dan Gasifikasi .....                                 | 47 |
| 4.4   | Pemilihan Teknologi Berbasis Profil Daerah .....                               | 48 |
| 4.5   | Due Diligence Vendor.....                                                      | 51 |
| 4.6   | Keterbatasan dan Langkah Lanjutan .....                                        | 52 |
| 4.7   | Korelasi Treshold Atributif dengan Matriks Teknologi .....                     | 53 |
| 5     | ARSITEKTUR RANTAI NILAI, KONTRAK, DAN KONDISI OPERASIONAL .....                | 54 |
| 5.1   | Posisi Bab Ini: RDF sebagai <i>Specific Case</i> , Prinsip sebagai Output..... | 54 |
| 5.2   | Anatomi Rantai Nilai RDF: Membaca Diskoneksi yang Berulang.....                | 54 |
| 5.3   | Arsitektur Kontrak Hulu: Service Agreement dan Posisi Pemda .....              | 55 |
| 5.4   | Arsitektur Kontrak Hilir .....                                                 | 57 |
| 5.5   | Mekanisme Pembiayaan .....                                                     | 58 |
| 5.6   | Infrastruktur Data dan Interoperabilitas .....                                 | 58 |
| 5.7   | Aktor Informal dan Social License to Operate.....                              | 59 |
| 5.8   | Sintesis: Lima Kondisi Viabilitas yang Tidak Bisa Disubstitusi .....           | 60 |
| 6     | REKOMENDASI STRATEGIS .....                                                    | 61 |
| 6.1   | Dari Diagnosis ke Preskripsi .....                                             | 61 |
| 6.2   | Peta Rekomendasi: Empat Audiens, Satu Ekosistem.....                           | 61 |
| 6.3   | Rekomendasi untuk Pemerintah Pusat.....                                        | 62 |
| 6.4   | Rekomendasi untuk Pemerintah Daerah .....                                      | 64 |
| 6.5   | Rekomendasi untuk Calon Investor dan Development Partners .....                | 65 |
| 6.6   | Rekomendasi untuk Operator Fasilitas dan Vendor Teknologi.....                 | 65 |
| 6.7   | Dua Langkah Kritis dalam Jangka Pendek .....                                   | 66 |
| 6.8   | Catatan Penutup: Batas Kemampuan Instrumen .....                               | 66 |

## DAFTAR GAMBAR

|                 |                                                                      |    |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Gambar 1</b> | Diagram Riga Terhadap Instrumen Evaluasi Dan Kesiapan Investasi..... | 19 |
| <b>Gambar 2</b> | Arsitektur Proses Instrumen RIGA .....                               | 22 |
| <b>Gambar 3</b> | Tiga Tahap Penilaian Bagian 1 RIGA .....                             | 23 |
| <b>Gambar 4</b> | Filter Pemilihan Teknologi.....                                      | 43 |
| <b>Gambar 5</b> | Tahap Lanjutan dari orientasi ke persiapan proyek.....               | 52 |
| <b>Gambar 6</b> | Anatomi Rantai Nilai RDF:Simpul dan Bottleneck Sistemik.....         | 55 |
| <b>Gambar 7</b> | Peta Rekomendasi strategis .....                                     | 62 |

## DAFTAR TABEL

|                |                                                               |    |
|----------------|---------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 1</b> | Empat Dimensi Lingkup Evaluasi.....                           | 11 |
| <b>Tabel 2</b> | NSPK Pengelolaan Sampah di Indonesia .....                    | 11 |
| <b>Tabel 3</b> | Analisis Gap Instrumen Evaluasi SIPSN dan WML.....            | 13 |
| <b>Tabel 4</b> | Jalur Pendanaan dan Pengadaan Infrastruktur Persampahan ..... | 15 |
| <b>Tabel 5</b> | Threshold Penilaian Index Gabungan .....                      | 24 |
| <b>Tabel 6</b> | Interpretasi Kondisi Indikator.....                           | 25 |
| <b>Tabel 7</b> | Jumlah Indikator Jalur Pendanaan.....                         | 25 |

|                 |                                                                                |    |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabel 8</b>  | Indikator Jalur Pendanaan KPBU/PPP .....                                       | 26 |
| <b>Tabel 9</b>  | Indikator Jalur Pendanaan APBN/DAK .....                                       | 26 |
| <b>Tabel 10</b> | Indikator Jalur Pendanaan APBD/Swakelola .....                                 | 27 |
| <b>Tabel 11</b> | Indikator Jalur Pendanaan PLN/Hibah .....                                      | 27 |
| <b>Tabel 12</b> | Indikator Jalur Pendanaan Dana CSR .....                                       | 28 |
| <b>Tabel 13</b> | Indikator Jalur Pendanaan Dana DPR .....                                       | 28 |
| <b>Tabel 14</b> | Indikator Jalur Pendanaan Carbon Credit .....                                  | 29 |
| <b>Tabel 15</b> | Indikator Jalur Pendanaan B2B .....                                            | 29 |
| <b>Tabel 16</b> | Enam Pilar Evaluasi Tools .....                                                | 31 |
| <b>Tabel 17</b> | Dimensi Pembeda RIGA dari Instrumen Eksisting .....                            | 33 |
| <b>Tabel 18</b> | Estimasi Beban Pengisian per Profil Daerah .....                               | 34 |
| <b>Tabel 19</b> | Matriks Rekomendasi per Aspek Penilaian .....                                  | 36 |
| <b>Tabel 20</b> | Peta Relevansi Kriteria per Teknologi Pengolahan .....                         | 41 |
| <b>Tabel 21</b> | Threshold Kritis Komparasi 8 Teknologi Pengolahan .....                        | 44 |
| <b>Tabel 22</b> | Standar Kualitas Produk dan Persyaratan Kepatuhan Regulasi per Teknologi ..... | 47 |
| <b>Tabel 23</b> | Kesesuaian Teknologi Berdasarkan Tipologi Kota .....                           | 49 |
| <b>Tabel 24</b> | Matriks Pemilihan Berbasis Profil RIGA .....                                   | 50 |
| <b>Tabel 25</b> | Checklist Due Diligence Vendor: Lima Dimensi .....                             | 51 |
| <b>Tabel 26</b> | Korespondensi Threshold Atributif RIGA dengan Threshold Teknologi .....        | 53 |
| <b>Tabel 27</b> | Tantangan dan Trade-off Sistemik .....                                         | 55 |
| <b>Tabel 28</b> | Risiko Sistemik Kontrak Hulu dan Mitigasi .....                                | 56 |
| <b>Tabel 29</b> | Agregat Risiko Kontrak Hilir dan Arsitektur Mitigasi .....                     | 57 |
| <b>Tabel 30</b> | Indikator Kinerja Kritis per Kelompok Teknologi dan Status Regulasi .....      | 59 |

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Ringkasan Indikator RIGA
- Lampiran 2** Panduan Pengisian RIGA (ringkas)
- Lampiran 3** Matriks Kesiapan Implementasi
- Lampiran 4** Benchmark Global: Studi Komparatif Pengelolaan Sampah Internasional

## EXECUTIVE SUMMARY

### Konteks dan Pertanyaan Kunci

Investasi infrastruktur pengolahan sampah di Indonesia menghadapi pola kegagalan yang berulang: fasilitas dibangun, sempat beroperasi, lalu mangkrak — dan anggaran terserap tanpa menghasilkan perubahan sistem. Ini bukan anomali; ini konsekuensi dari cara keputusan investasi dibuat. Proposal diajukan tanpa potret kesiapan ekosistem. Teknologi dipilih sebelum offtaker terkonfirmasi. Kontrak dieksekusi tanpa mekanisme alokasi risiko yang jelas.

Penugasan ini, dalam kerangka Sustainable Infrastructure Programme in Asia (SIPA) oleh Bappenas dan UNDP, merespons persoalan tersebut dari dua arah: menghasilkan instrumen diagnostik untuk proses investment gate, dan membangun analisis rantai nilai end-to-end yang mengidentifikasi di mana bottleneck sistemik sesungguhnya berada. RDF menjadi specific case untuk penajaman analisis — tanpa menafikan bahwa prinsip yang dihasilkan berlaku lintas teknologi.

---

### Temuan Utama

1

#### Keterbatasan instrumen evaluasi nasional.

SIPSN dan WML dirancang untuk monitoring kinerja, bukan diagnosis kesiapan investasi. Keduanya kurang menyentuh dimensi yang paling menentukan kelayakan: konfirmasi offtaker hilir, kualitas layanan pengumpulan sebagai penentu input fasilitas, dan kapasitas fiskal Pemda untuk komitmen multi-tahun. Keduanya juga belum terhubung secara terstruktur dengan delapan jalur pendanaan yang tersedia.

2

#### RIGA sebagai instrumen komplementer.

Kajian ini merumuskan instrumen penilaian baru yang disebut Rapid Investment Gate Assessment (RIGA), yang bekerja sebagai layer diagnostik untuk melengkapi SIPSN dan WML. Inputnya dibagi dalam 6 pilar: Regulasi dan Perencanaan, Pelayanan, Sarana Prasarana, Pemrosesan, Finansial, dan Institusional. Output-nya tiga lapis: Index Gabungan (kematangan ekosistem yang comparable antar daerah), Signal Routing (kekuatan sinyal per jalur pendanaan dalam skala persentase), dan lapisan rekomendasi otomatis yang menerjemahkan kedua skor tersebut menjadi arah tindak lanjut per aspek penilaian. Ketiganya bersifat indikatif dan berfungsi sebagai sinyal arah — bukan ukuran presisi yang menggantikan verifikasi lapangan atau studi kelayakan formal.

3

#### Kualitas feedstock sebagai fungsi desain layanan

Feedstock bermasalah seringkali bukan soal komposisi sampah yang "memang begitu" atau perilaku pemilahan warga. Kualitas dan kuantitas input fasilitas ditentukan oleh variabel yang seharusnya dalam kendali Pemda: frekuensi pengangkutan, jangkauan armada, dan desain operasional pemilahan. Pemilahan yang gagal lebih sering adalah kegagalan desain dan operasional layanan, bukan kegagalan perilaku masyarakat.

4

#### Penentu keberlanjutan operasional fasilitas.

Kualitas infrastruktur fisik dan kehandalan mesin memang faktor penting, namun bukan penentu utama keberlanjutan fasilitas. Yang menentukan adalah empat kondisi yang harus hadir bersamaan: mekanisme pembiayaan yang mencerminkan logika operasional nyata; kontrak

hilir yang dirancang dengan distribusi risiko yang seimbang antara operator dan offtaker; sistem logistik hulu yang terhubung dan konsisten dalam mengirimkan feedstock sesuai spesifikasi; serta pendataan kinerja yang termonitor dan dapat diverifikasi oleh semua pihak yang terikat kontrak. Ketika salah satu dari keempat kondisi ini absen, fasilitas yang secara teknis layak pun rentan mangkrak.

5

#### Dua gap infrastruktur informasi.

Pertama: absennya registri offtaker nasional — tanpanya, setiap keputusan investasi baru diambil dengan ketidaklengkapan informasi yang sama. Kedua: ketidakterhubungan SIPSN, WML, SRN PPI dan platform terkait lain yang berdiri sendiri sebagai platform yang terpisah — tidak ada mekanisme untuk menarik data dari satu platform ke platform lain, sehingga daerah harus mengisi ulang data yang sama di dua tempat secara manual.

## Instrumen yang Dihasilkan

### RIGA: Rapid Investment Gate Assessment

Instrumen penilaian mandiri berbasis spreadsheet Excel, mencakup sekitar 376 entry points dalam enam pilar evaluasi (Regulasi & Perencanaan, Pelayanan, Sarana Prasarana, Pemrosesan, Finansial, Institusional), dengan skip logic yang menyesuaikan beban pengisian dengan kondisi aktual daerah. Output tiga lapis — Index Gabungan, Signal Routing, dan Analisis Rekomendatif — dirancang untuk diintegrasikan ke dalam siklus perencanaan investasi Bappenas.

### Matriks Kesiapan Teknologi

Panduan orientasi berbasis threshold kritis untuk delapan teknologi pengolahan sampah (AD, OWC, IVC, BSF, MT, MBT, WtE Incineration, WtE Gasifikasi). Ia bukan pengganti studi kelayakan — ia adalah filter awal yang mengidentifikasi ketidaksesuaian fundamental sebelum studi formal dianggarkan.

## Rekomendasi Strategis

Dari tiga belas rekomendasi untuk empat audiens, dua bersifat *enabler* yang menentukan apakah rekomendasi lainnya bisa bekerja.

LANGKAH  
01

### Mulai desain registri offtaker nasional — didahului konsensus kelembagaan tentang siapa yang memimpin.

Registri ini memverifikasi komitmen serapan aktual dari seluruh spektrum pemanfaat: industri semen, pembangkit listrik, industri daur ulang, offtaker kompos, hingga industri pakan ternak. Mendorong offtaker masuk ke registri perlu dimulai dari insentif non-fiskal: rekognisi dalam penilaian PROPER, poin ESG yang dapat diklaim dalam pelaporan keberlanjutan korporasi, dan pengakuan publik atas kontribusi serapan. Pada tahap berikutnya, insentif dapat dikaitkan langsung dengan volume serapan — mengikuti logika yang sudah dikenal dalam carbon credit: semakin besar tonase sampah yang teroffset dan terverifikasi, semakin besar nilai insentif yang dapat diklaim.

LANGKAH  
**02**

**Formalisasi posisi RIGA dalam alur kerja investment gate Bappenas — sebelum siklus perencanaan RPJMN berikutnya.**

Ini keputusan kelembagaan, bukan teknis. Dengan format yang tepat — sebagai dokumen kesiapan dalam paket pengajuan proposal, bukan kewajiban pelaporan baru — RIGA dapat menggeser cara investment gate dilakukan: dari seleksi berbasis dokumen formal ke seleksi berbasis kesiapan ekosistem yang terverifikasi dan dapat dibandingkan antar daerah.

---

Laporan ini tidak mengklaim bahwa memperbaiki instrumen sudah cukup untuk membalik tren kegagalan investasi persampahan. Ada dimensi yang tidak bisa diselesaikan instrumen manapun: komitmen politik untuk bertindak berdasarkan potret yang ditunjukkan, dan insentif yang cukup kuat untuk memprioritaskan perbaikan ekosistem ketika biaya kegagalan selama ini ditanggung oleh mereka yang paling tidak memiliki suara dalam keputusan investasi. Yang bisa dilakukan laporan ini: memperjelas di mana persoalan berada, instrumen apa yang tersedia, dan langkah apa yang paling konkret untuk memulai.



Kementerian PPN/  
Bappenas



# BAB I PENDAHULUAN



Supported by:



based on a decision of  
the German Bundestag

# 1 PENDAHULUAN

---

## 1.1 Latar Belakang

Penugasan ini lahir dari kesenjangan yang sudah lama dikenali namun belum sepenuhnya ditangani: investasi infrastruktur persampahan di Indonesia cenderung gagal bukan karena teknologinya kurang bekerja, melainkan karena ekosistem di sekitar teknologi itu belum disiapkan secara memadai. Fasilitas RDF dibangun tanpa offtaker yang terkonfirmasi. TPST berdiri tanpa memastikan konsistensi feedstock dari hulu. Kontrak dieksekusi tanpa mekanisme pembiayaan yang jelas, apalagi tipping fee yang *bankable*. Hasilnya terkesan berulang: infrastruktur mangkrak, anggaran terserap, dan kepercayaan terhadap pendekatan pengolahan berbasis teknologi terus melemah.

Dalam konteks ini, RDF menjadi *specific case* untuk penajaman analisis. Ia bukan pendatang baru dalam diskusi persampahan Indonesia, dan dalam kerangka transisi energi serta target pengurangan emisi GRK yang tertuang dalam RPJPN 2025–2045 dan RPJMN 2025–2029, RDF memiliki posisi yang cukup strategis, salah satu dari sedikit teknologi dengan alur nilai yang terdokumentasi cukup untuk dioperasikan pada skala kabupaten/kota. Namun justru di skala itulah tantangan sesungguhnya berada.

Pemerintah daerah menghadapi kombinasi yang tidak mudah: tekanan kapasitas teknis yang harus cepat dipenuhi karena TPA yang semakin penuh, regulasi yang tersebar di lintas kementerian dan belum saling terhubung secara operasional, serta mekanisme pembiayaan yang mensyaratkan tingkat kesiapan tertentu sebelum pintu investasi bisa dibuka. Di tengah kondisi ini, keputusan investasi kerap dibuat berdasarkan sinyal yang kurang akurat karena mengabaikan gap ekosistem, atau terlalu pesimistis karena belum ada instrumen yang bisa membaca potensi riil di balik keterbatasan data. Empat hambatan yang secara konsisten muncul dalam implementasi RDF adalah: (1) pasokan dan kualitas feedstock yang kurang konsisten akibat logistik hulu yang belum memadai; (2) kerangka regulasi yang tersebar di puluhan instrumen lintas kementerian dan belum terhubung secara operasional; (3) mekanisme pembiayaan dan model bisnis yang belum viable, terutama untuk daerah dengan kapasitas fiskal menengah ke bawah; dan (4) kapasitas institusional daerah yang masih terbatas, ditambah belum tersedianya standar baku kontrak, penetapan harga layanan, dan KPI operasional.

Konteks inilah yang melatarbelakangi penugasan Bappenas dan UNDP dalam kerangka SIPA ini. Yang dibutuhkan bukan sekadar kajian analitis yang memperpanjang daftar literatur melainkan instrumen yang dapat digunakan dalam proses investment gate untuk membantu memilah daerah yang ekosistemnya sudah cukup matang dari yang belum, sebelum komitmen pendanaan diberikan. RIGA: Rapid Investment Gate Assessment adalah respons atas kebutuhan tersebut.

## 1.2 Tujuan dan Ruang Lingkup

Laporan ini bertujuan memberikan dukungan analitis dan advisory untuk memperkuat kesiapan investasi dan keberlanjutan operasional sistem pengelolaan sampah di Indonesia, dengan RDF sebagai *specific case* dan menghasilkan instrumen serta rekomendasi yang dapat diadaptasi untuk teknologi pengolahan lainnya.

Tiga tujuan spesifik yang menstrukturkan seluruh analisis dalam laporan ini adalah:

1. **Mengembangkan kerangka keberlanjutan untuk implementasi dan operasional pengelolaan sampah**, dengan RDF sebagai referensi utama yang dapat diadaptasi ke teknologi lain. Kerangka ini mencakup dimensi keselarasan kebijakan dan regulasi; standar teknis dan operasional; kesesuaian pemilihan teknologi; pengamanan lingkungan dan sosial; kelayakan ekonomi dan finansial; pengaturan kelembagaan; serta skalabilitas jangka panjang.
2. **Menganalisis faktor pendukung dan hambatan di sepanjang rantai nilai RDF secara end-to-end**, dari infrastruktur upstream (bank sampah, TPS3R, TPS) hingga fasilitas pengolahan dan offtaker hilir dengan fokus pada: ketersediaan dan kualitas feedstock; mekanisme tipping fee; pengaturan kontrak dan *bankability*; sistem monitoring dan indikator kinerja; serta mekanisme pembiayaan.
3. **Merumuskan rekomendasi yang dapat ditindaklanjuti** untuk meningkatkan koherensi kebijakan, pengaturan kontraktual, efisiensi logistik, dan mekanisme pembiayaan, termasuk mengidentifikasi prinsip yang dapat ditransfer ke teknologi lain seperti PSEL, BSF, dan komposting.

Ketiga tujuan ini saling terhubung: tujuan pertama menghasilkan RIGA sebagai instrumen penilaian mandiri untuk proses investment gate; tujuan kedua mengisi kerangka tersebut dengan analisis kondisi riil lapangan; tujuan ketiga menarik implikasinya menjadi rekomendasi strategis. Laporan ini menyajikan ketiganya sebagai satu kesatuan analitik.

Ruang lingkup analisis dibatasi pada konteks Indonesia, dengan referensi komparatif dari negara-negara yang memiliki kemiripan konteks: kompleksitas regulasi multisektoral, karakteristik sampah tropis dengan kadar organik dan kadar air tinggi, serta kapasitas kelembagaan daerah yang belum merata. Seluruh dimensi rantai nilai pengelolaan sampah, dari sumber timbulan hingga pemanfaatan produk akhir, tercakup dalam ruang lingkup ini.

### 1.3 Metodologi dan Pendekatan Analisis

Penugasan ini menggunakan empat pendekatan yang berjalan secara bersamaan dan saling menginformasikan: desk review regulasi multisektoral, benchmark komparatif internasional, analisis overlay instrumen evaluasi, dan pengembangan tools melalui simulasi iteratif.

#### Desk Review dan Kompilasi Regulasi Multisektoral

Titik awal analisis adalah pemetaan menyeluruh regulasi, standar, dan panduan teknis yang relevan dengan pengelolaan sampah di Indonesia, tidak hanya di bawah kewenangan KLH, tetapi juga instrumen dari PUPR, Kemendagri, Bappenas, Kemenperin, ESDM, dan Kemenkeu. Sifat persoalannya memang multisektoral: satu fasilitas pengolahan sampah perlu memenuhi persyaratan teknis dari PUPR, perizinan lingkungan dari KLH, mekanisme pembiayaan KPBU yang diatur Bappenas, tarif retribusi mengikuti kalkulator Kemendagri, dan kontrak offtake yang bersinggungan dengan regulasi energi ESDM. Fokus analisis bukan sekadar inventarisasi, melainkan mengidentifikasi kriteria, indikator, dan threshold di masing-masing instrumen, lalu mempertanyakan di mana threshold tersebut belum konsisten dan di mana gap atau tumpang tindih menciptakan kebingungan di tingkat implementasi.

#### Benchmark Komparatif Internasional

Referensi internasional digunakan bukan untuk mengimpor model, melainkan untuk mengekstrak prinsip desain yang relevan. Tiga kerangka dikaji secara mendalam: standar BAT (Best Available Techniques) Uni Eropa sebagai end-of-pipe standard yang menetapkan kinerja minimum setelah

beroperasi; panduan CPCB India sebagai front-end selection tool yang memandu pemilihan teknologi sebelum investasi dikomitmenkan; dan decision tools CCET (UNEP) sebagai pre-check framework yang mengklasifikasikan kriteria ke dalam tingkatan mandatori, sangat disarankan, dan disarankan dirancang khusus untuk konteks negara berkembang dengan kapasitas kelembagaan yang belum merata. Dari ketiganya, logika seleksi berbasis kriteria di awal perencanaan pendekatan India dan CCET paling banyak diadopsi dalam desain RIGA karena paling sesuai dengan kebutuhan Bappenas: menyaring kesiapan sebelum, bukan mengevaluasi kinerja sesudah.

### **Analisis Overlay Regulasi dan Instrumen Evaluasi**

Setelah inventarisasi dan benchmark selesai, dilakukan overlay sistematis: menempatkan berbagai instrumen regulasi dan standar teknis dalam satu kerangka yang sama untuk melihat di mana mereka saling memperkuat, di mana ada pertentangan, dan di mana ada kekosongan. Overlay juga dilakukan antara rancangan pertanyaan RIGA dengan form pengisian WML dan input SIPSN untuk mengidentifikasi pertanyaan yang sudah dijawab di platform nasional sehingga tidak perlu diulang, dan pertanyaan yang belum dijawab di platform manapun yang menjadi kontribusi spesifik RIGA. Hasilnya mengonfirmasi bahwa SIPSN kuat di dimensi pelaporan kapasitas infrastruktur fisik, WML lebih baik dalam memotret kualitas tata kelola, namun keduanya belum banyak menyentuh dimensi kesiapan investasi: bankability model pembiayaan, verifikasi kesiapan offtaker, dan kapasitas fiskal Pemda untuk komitmen multi-tahun. Di sinilah RIGA mengisi ruang yang masih kosong.

### **Pengembangan Tools dan Simulasi Iteratif**

Desain instrumen RIGA dikerjakan melalui banyak iterasi, meliputi penyusunan logika indeksasi, kalibrasi pola jawaban, dan simulasi scoring terhadap skenario hipotetis daerah dengan profil berbeda. Pertanyaan yang secara konsisten kurang membedakan profil daerah, atau yang terlalu bergantung pada data yang jarang tersedia di daerah berkapasitas rendah, direvisi atau dihapus. Prinsip desain yang dipertahankan: RIGA harus menghasilkan output yang berguna bahkan ketika diisi oleh daerah dengan keterbatasan data, tanpa mengorbankan akurasi untuk daerah yang datanya lebih lengkap. Di sepanjang proses ini, diskusi intensif dilakukan bersama tim Bappenas khususnya Direktorat Infrastruktur Perumahan dan Permukiman dan UNDP SIPA sebagai bagian dari proses desain, bukan sekadar mekanisme review akhir.

Bab-bab berikutnya menyajikan hasil dari proses tersebut secara berurutan: pemetaan lanskap instrumen evaluasi dan jalur pendanaan (Bab 2), arsitektur dan logika RIGA (Bab 3), matriks kesiapan teknologi (Bab 4), analisis rantai nilai termasuk isu kontrak dan pembiayaan (Bab 5), dan rekomendasi strategis per audiens (Bab 6).



Kementerian PPN/  
Bappenas



## BAB II

# LANDSKAP PENDATAAN DAN EVALUASI PERSAMPAHAN NASIONAL



Supported by:



based on a decision of  
the German Bundestag

## 2 LANSKAP PENDATAAN DAN EVALUASI PERSAMPAHAN NASIONAL

Sebelum merancang instrumen baru, diperlukan pemetaan yang jujur atas lanskap yang sudah ada: apa yang sudah diukur, di mana ada gap, dan di mana ada tumpang tindih yang menciptakan beban tanpa menambah informasi. Bab ini menyajikan pemetaan tersebut melalui empat sub-bab: peta instrumen NSPK yang berlaku (2.1), analisis gap dua platform evaluasi nasional (2.2), peta delapan jalur pendanaan (2.3), dan posisi RIGA dalam ekosistem instrumen yang lebih besar (2.4).

### 2.1 Peta Instrumen NSPK Persampahan

Instrumen Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria (NSPK) yang mengatur pengelolaan sampah di Indonesia bukan satu kesatuan yang homogen. Masing-masing instrumen memiliki logika, derajat keterikatan hukum, dan konsekuensi kepatuhan yang berbeda. Memahami perbedaan ini penting karena menentukan bagaimana instrumen bisa digunakan, oleh siapa, dan dalam konteks apa. Berdasarkan telaah regulasi, NSPK persampahan yang relevan dapat dipetakan ke dalam empat dimensi lingkup evaluasi:

**Tabel 1** Empat Dimensi Lingkup Evaluasi

| DIMENSI EVALUASI          | DESKRIPSI                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Spesifikasi Teknis</b> | Standar teknis terinci untuk komponen fisik dan operasional persampahan — mulai dari persyaratan bangunan, armada, hingga kualitas produk akhir seperti kompos dan RDF.                                 |
| <b>Readiness Criteria</b> | Prasyarat formal yang harus dipenuhi daerah sebelum mengakses pendanaan atau program tertentu. Sifatnya sebagai pintu gerbang — bukan penilaian kinerja, melainkan konfirmasi minimum kesiapan.         |
| <b>Indexing</b>           | Instrumen yang menghasilkan nilai atau skor numerik sebagai indikasi kinerja daerah. Digunakan untuk peringkat, pemetaan prioritas, dan alokasi bantuan pusat.                                          |
| <b>Reporting</b>          | Mekanisme pelaporan periodik dari daerah kepada pusat yang ditampilkan dalam <i>dashboard</i> nasional. Fungsinya untuk akuntabilitas dan pemantauan kemajuan — bukan untuk menilai kesiapan investasi. |

Satu instrumen NSPK dapat masuk dalam lebih dari satu dimensi evaluasi hal ini mencerminkan sifat pengelolaan sampah yang memang multidimensi. Yang menjadi tantangan adalah ketika daerah harus memenuhi berbagai instrumen dari kementerian yang berbeda secara bersamaan, dengan pendampingan yang masih terbatas untuk menjembatannya.

**Tabel 2** NSPK Pengelolaan Sampah di Indonesia

| REGULASI / NSPK           | TUJUAN / SIFAT                            | SUBSTANSI PENGATURAN                                                                                                                                | STATUS IMPLEMENTASI                                                       | DIMENSI EVALUASI   |
|---------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>PermenPU 03/2013</b>   | <b>Mandatory</b><br>acuan normatif teknis | Tiga instrumen perencanaan berjenjang: Rencana Induk, Studi Kelayakan (>100 ton/hari), dan PTMP. Mencakup penanganan sampah dari sumber hingga TPA. | Aktif — pelaporan daerah minimal 1x/tahun kepada Menteri/Gubernur/Bupati. | Spesifikasi Teknis |
| <b>Panduan RIPS/ISWMP</b> | <b>Mandatory</b><br>dalam konteks         | Kerangka RISPS: profiling kondisi eksisting, strategi                                                                                               | Project-level guideline; banyak                                           | Readiness Criteria |

| REGULASI / NSPK                                                   | TUJUAN / SIFAT                                               | SUBSTANSI PENGATURAN                                                                                                                                     | STATUS IMPLEMENTASI                                                                                                    | DIMENSI EVALUASI                                  |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
|                                                                   | proyek ISWMP (Loan Bank Dunia)                               | pengembangan, rencana program teknis, dan 9 keluaran wajib. Konsultasi publik minimum 3x dalam 12 bulan.                                                 | Pemda belum memiliki RISPS aktif.                                                                                      |                                                   |
| <b>Review RIPS/PTMP</b>                                           | <b>Mandatory</b> wajib bagi kota besar/metropolitan          | Siklus penuh PSP: teknis operasional, kelembagaan, kebijakan & regulasi, pendanaan, dan peran serta masyarakat.                                          | Kualitas dokumen bergantung pada kapasitas SDM dan anggaran APBD daerah.                                               | Spesifikasi Teknis; Readiness Criteria; Reporting |
| <b>PermenPU No. 1/2026 (KPBU)</b>                                 | <b>Mandatory</b> berbasis akses skema KPBU                   | Lingkup infrastruktur eligible, kelayakan finansial, persyaratan studi kelayakan, dan teknologi WtE dalam kerangka kota cerdas.                          | Baru berlaku; belum ada data implementasi persampahan berjalan.                                                        | Readiness Criteria                                |
| <b>Panduan Adipura (PermenLHK P.76/2019)</b>                      | <b>Voluntary</b> award prestis bagi kepala daerah            | Penilaian Tim Pemantau KLHK: 5 klasifikasi kab/kota. Insentif (rekomendasi bantuan & pelatihan) dan disinsentif.                                         | Program berjalan sejak 1986; diikuti ±69% kab/kota Indonesia.                                                          | Indexing; Readiness Criteria                      |
| <b>Panduan SIKPSN (SK MenLHK 1218/2026)</b><br>Menggantikan SIPSN | <b>Mandatory</b> berbasis self-assessment                    | 9 komponen data: jenis TPA, timbulan sampah, fasilitas terkelola, kelembagaan, SDM, dan pendanaan. Verifikasi lapangan oleh tim KLH (baru untuk SIKPSN). | Dashboard aktif di KLH; belum ada sanksi eksplisit atas ketidakpatuhan.                                                | Reporting; Indexing                               |
| <b>Panduan IKPS</b>                                               | <b>Mandatory</b>                                             | 20 IKU KLHK; aspek: kebijakan & regulasi, kapasitas SDM, sosialisasi, output capaian, dan outcome Adipura. Dihitung per tahun dari data SIPSN.           | Basis data belum lengkap dari seluruh provinsi.                                                                        | Indexing; Reporting; Readiness Criteria           |
| <b>Panduan KPBU (Permen Bappenas No. 9/2025)</b>                  | <b>Mandatory</b> berbasis akses skema KPBU                   | Perencanaan, penyiapan, transaksi, dan manajemen KPBU. Mekanisme VGF (maks. ±49% biaya konstruksi), Availability Payment, dan 4 tahap sekuensial.        | Dashboard pipeline KPBU Bappenas aktif; realisasi proyek persampahan masih sangat terbatas.                            | Readiness Criteria                                |
| <b>Panduan FS Bappenas</b>                                        | <b>Voluntary</b> namun prasyarat akses pendanaan (strategis) | 5 dimensi kajian: konteks & sistem suplai, teknologi & neraca massa, pasar & kesiapan offtaker, biaya & pembiayaan, serta risiko lingkungan-sosial.      | Draft v1.6 April 2026 — distribusi terbatas. Banyak FS persampahan mengalami masalah justifikasi investasi yang lemah. | Readiness Criteria; Spesifikasi Teknis            |
| <b>Panduan WML</b>                                                | <b>Voluntary</b> berbasis self-assessment                    | 5 aspek: teknis operasional, kelembagaan, kebijakan & regulasi, pendanaan, dan pemberdayaan masyarakat. Diisi mandiri oleh kab/kota via Google Form.     | Dashboard WML aktif. Upaya integrasi ke IKPS dan SIPSN sedang berjalan.                                                | Indexing; Reporting                               |

| REGULASI / NSPK                                      | TUJUAN / SIFAT                          | SUBSTANSI PENGATURAN                                                                                                                           | STATUS IMPLEMENTASI                                                                                                               | DIMENSI EVALUASI   |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>Kalkulator Retribusi (Permendagri No. 7/2021)</b> | <b>Voluntary</b><br>panduan metodologis | Formula perhitungan tarif ideal per subsistem (pengumpulan, pengangkutan, TPA). Kalkulator offline (Excel). Tarif final melalui Perda/Perkada. | Tarif aktual jauh di bawah ideal: rata-rata Rp 5.000–30.000/KK/bulan vs. ideal Rp 50.000–150.000. Cost recovery rata-rata 10–30%. | Spesifikasi Teknis |

*Satu instrumen NSPK dapat masuk dalam lebih dari satu dimensi evaluasi, hal ini bukan kelemahan desain, melainkan mencerminkan sifat pengelolaan sampah yang memang multidimensi. Yang menjadi masalah adalah ketika daerah harus memenuhi berbagai instrumen dari kementerian yang berbeda secara bersamaan, dengan pendampingan yang minim untuk menjembatannya.*

## 2.2 Analisis Gap Instrumen Evaluasi

Sebagai langkah awal merumuskan intervensi instrumen baru, diperlukan evaluasi kritis terhadap dua platform pemantauan yang paling relevan: Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN/IKPS/Adipura) milik Kementerian LH dan platform Waste Management Ladder (WML) milik Bappenas. Pemetaan ini mengidentifikasi potensi area redundansi yang memicu *reporting fatigue* di daerah sekaligus *missing link* yang luput dari keduanya.

Kedalaman substansi masing-masing platform dikategorikan ke dalam tiga tingkatan: Substantif/Evaluasi Rinci

- (●) untuk instrumen kendali dan verifikasi yang rigid; Administratif/Evaluasi Terbatas
- (◐) untuk pencatatan data yang ada namun bersifat administratif atau pilihan ceklist; dan Belum Diatur/Belum Dievaluasi
- (○) untuk dimensi yang absen dari kedua platform.

**Tabel 3 Analisis Gap Instrumen Evaluasi SIPSN dan WML**

| SUBSTANSI EVALUASI                      | SIPSN / KLH    | WML / Bappenas | MISSING LINK / CATATAN KRITIS                                                                         |
|-----------------------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>DATA DASAR &amp; METODOLOGI</b>      |                |                |                                                                                                       |
| Karakteristik Teknis & Komposisi Sampah | ● Substantif   | ● Substantif   | Redundansi data dasar hulu memicu reporting fatigue, dua platform meminta input yang sangat mirip     |
| Metodologi Perolehan Data               | ○ Belum Diatur | ◐ Terbatas     | Sistem menerima angka klaim daerah; metodologi perolehannya ataupun kualitas datanya belum terpetakan |
| Proyeksi Timbulan Jangka Panjang        | ○ Belum Diatur | ○ Belum Diatur | Belum ada evaluasi kualitas proyeksi 5–20 tahun sebagai dasar sizing fasilitas                        |
| <b>DOKUMEN PERENCANAAN</b>              |                |                |                                                                                                       |

| SUBSTANSI EVALUASI                                  | SIPSN / KLH    | WML / Bappenas | MISSING LINK / CATATAN KRITIS                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kepatuhan Hukum (Jakstrada)                         | ● Substantif   | ● Terbatas     | Penilaian sebatas formalitas dokumen ter-upload, tidak menguji substansi kekinian target                                                    |
| Kualitas Rencana Induk (RIPS)                       | ○ Belum Diatur | ● Terbatas     | Penilaian sebatas formalitas dokumen ter-upload, tidak menguji substansi kekinian target                                                    |
| Keselarasn Tata Ruang & RTRW                        | ○ Belum Diatur | ● Terbatas     | Sering terjadi mismatch spasial; proyek dirancang di area yang menabrak RTRW/KLHS                                                           |
| Status & Legalitas Penguasaan Lahan                 | ○ Belum Diatur | ○ Belum Diatur | RTRW dibahas, namun status lahan fasilitas belum dinilai                                                                                    |
| <b>PELAYANAN &amp; KELEMBAGAAN (HULU KE TENGAH)</b> |                |                |                                                                                                                                             |
| Struktur Organisasi & Mandat                        | ○ Belum Diatur | ● Substantif   | Tidak memotret tumpang tindih fungsi: dinas bertindak sekaligus sebagai regulator dan operator                                              |
| Akses Layanan Tangga (No Service → Full)            | ● Terbatas     | ● Substantif   | WML perlu survei rumah tangga yang faktanya jarang dilakukan karena keterbatasan biaya daerah                                               |
| Manajemen Pemilahan & Armada Angkut                 | ● Terbatas     | ● Substantif   | Belum spesifik memotret pola layanan pemilahan dan transfer material hasil pilahan                                                          |
| Performa Fasilitas Antara (TPS3R/TPST)              | ● Terbatas     | ● Terbatas     | Belum memotret keberfungsian dan kondisi fasilitas — banyak TPS3R "Aktif" di sistem namun mesin rusak di lapangan                           |
| Kualitas Pemilahan & Risiko Kontaminasi Feedstock   | ○ Belum Diatur | ○ Belum Diatur | Cakupan jenis sampah pemilahan ditanyakan, namun belum spesifik menilai layanan sampah B3 rumah tangga                                      |
| <b>PEMROSESAN &amp; OFFTAKER (HILIR)</b>            |                |                |                                                                                                                                             |
| Keberadaan & Kesiapan Target Teknologi              | ● Terbatas     | ● Terbatas     | Hanya mendeteksi nama teknologi terpasang, bukan kesiapan ekosistem untuk menerima teknologi tersebut                                       |
| Kesiapan Offtaker                                   | ○ Belum Diatur | ○ Belum Diatur | Belum ada penilaian kesiapan dan status oftaker potensial hasil pemrosesan teknologi                                                        |
| Kesiapan Feedstock untuk Teknologi Spesifik         | ○ Belum Diatur | ● Terbatas     | Ada penilaian untuk menyusun Neraca Sampah; belum ada penilaian apakah karakteristik sampah sesuai kebutuhan minimum teknologi yang dipilih |
| <b>EKONOMI &amp; FINANSIAL</b>                      |                |                |                                                                                                                                             |
| Realisasi & Struktur Biaya APBD Persampahan         | ● Terbatas     | ● Substantif   | Data anggaran diinput tanpa disandingkan kapasitas fiskal makro                                                                             |

| SUBSTANSI EVALUASI                              | SIPSN / KLH    | WML / Bappenas | MISSING LINK / CATATAN KRITIS                                                                            |
|-------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kebijakan Finansial & Bentuk Kelembagaan        | ○ Belum Diatur | ● Terbatas     | Belum ada identifikasi kesiapan untuk optimalisasi dan pengembangan pembiayaan multi-tahun               |
| Efektivitas Tarif & Collection Rate Retribusi   | ○ Belum Diatur | ● Substantif   | Belum ada identifikasi kesiapan untuk optimalisasi dan pengembangan peningkatan kolektibilitas retribusi |
| Diversifikasi Sumber Pendanaan                  | ○ Belum Diatur | ○ Belum Diatur | Keberadaan berbagai jalur pendanaan belum dievaluasi                                                     |
| <b>PEMROSESAN AKHIR &amp; DAMPAK LINGKUNGAN</b> |                |                |                                                                                                          |
| Operasional Teknis Lahan Urug (TPA)             | ● Substantif   | ● Substantif   | Evaluasi TPA sangat kuat, meskipun di lapangan masih banyak praktek open dumping                         |
| Sanksi Administratif & Pemantauan Hukum         | ● Substantif   | ○ Belum Diatur | KLH kuat pada sanksi ekosistem, namun tidak dihubungkan dengan kelayakan akses pendanaan baru            |

## 2.3 Jalur Pendanaan dan Pengadaan Infrastruktur Persampahan

Menilai kesiapan investasi tanpa memahami karakteristik jalur pendanaan yang akan diakses menghasilkan penilaian yang kurang lengkap. Setiap jalur memiliki profil risiko yang berbeda dimensinya bukan sekadar berbeda tingkat. Dua daerah dengan skor kesiapan yang sama bisa menghadapi hambatan yang sangat berbeda tergantung jalur mana yang tersedia atau dipilih untuk kondisi mereka.

### 2.3.1 Peta Delapan Jalur Pendanaan dan Pengadaan Infrastruktur Persampahan

Delapan jalur pendanaan dan pengadaan yang relevan untuk infrastruktur persampahan di Indonesia mewakili spektrum dari dana publik murni hingga investasi swasta murni, dan dari mekanisme berbasis kewajiban hingga berbasis insentif pasar. Memahami spektrum ini adalah prasyarat untuk membaca output RIGA secara bermakna karena rekomendasi jalur yang dihasilkan RIGA adalah rekomendasi kesiapan ekosistem terhadap profil spesifik jalur tersebut, bukan rekomendasi teknis.

**Tabel 4 Jalur Pendanaan dan Pengadaan Infrastruktur Persampahan**

| JALUR PENDANAAN | PIHAK UTAMA                                          | SIFAT SKEMA                                                                      | MEKANISME / INSTRUMEN                                                                    | DIMENSI KRITIS KESIAPAN                                                                                                                                              |
|-----------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KPBU / PPP      | PJPK (Menteri/Kepala Daerah) + Badan Usaha Pelaksana | Voluntary — berbasis kelayakan proyek; mandatory jika sudah dalam pipeline resmi | Availability Payment, Tipping Fee, VGF (maks. ±49% biaya konstruksi), 4 tahap sekuensial | Regulasi tipping fee multi-tahun; pemisahan fungsi regulator-operator; kapasitas fiskal untuk komitmen 20–30 tahun. Hambatan utama: bankability dan negosiasi tarif. |

| JALUR PENDANAAN                           | PIHAK UTAMA                                                                                | SIFAT SKEMA                                                                                           | MEKANISME / INSTRUMEN                                                                                                                                                                                                                               | DIMENSI KRITIS KESIAPAN                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>APBN (Pusat)</b>                       | Kementerian Teknis (PU, LHK) + Bappenas                                                    | Mandatory — perencanaan tahunan (KUA-PPAS)                                                            | DAK Fisik Sanitasi, Dana Tugas Pembantuan, Hibah ke Daerah, penyerahan alat berat dari Kementerian ke Pemda                                                                                                                                         | Kesiapan siklus perencanaan: proyek wajib masuk KUA-PPAS Juli. Terlambat satu siklus = minimal 6–8 bulan tertunda. Track record penyerapan DAK sebelumnya sangat menentukan.                                                                                                                      |
| <b>APBD (Swakelola)</b>                   | Pemerintah Daerah (DLH, Bappeda)                                                           | Mandatory — persetujuan DPRD per Perda APBD                                                           | Belanja Modal, Belanja Barang & Jasa, 4 tipe swakelola (Tipe I–IV). Multi-years contract maks. 3 tahun anggaran.                                                                                                                                    | Kapasitas fiskal daerah dan komitmen DPRD. Risiko Kontrak Tahun Jamak: jika APBD tahun berikutnya tidak mengakomodasi porsi yang dijanjikan, kontrak dapat terganggu dan berpotensi menjadi sengketa.                                                                                             |
| <b>Pinjaman Luar Negeri / Hibah (PLN)</b> | Bappenas / Kementerian + Mitra Pembangunan (World Bank, ADB, JICA, KfW, AFD)               | Mandatory secara prosedural: Blue Book → Green Book → Negosiasi → Perjanjian                          | Pinjaman kegiatan yang diteruskanpinjamkan atau dihibahkan; hibah earmarked (tidak dapat dialihkan ke kegiatan lain)                                                                                                                                | Pemenuhan safeguard ESG yang lebih ketat dari standar nasional; kapasitas kelembagaan untuk pengelolaan administrasi PLN. Proses paling panjang dan kompleks dari semua jalur.                                                                                                                    |
| <b>Dana CSR</b>                           | Korporasi (terutama yang berkegiatan berbasis SDA)                                         | Mandatory bagi perseroan terbatas berbasis SDA (UU 40/2007 & PP 47/2012)                              | Direct Funding, Partnership, Foundation, Producer Responsibility Fund. Dana CSR dianggarkan sebagai biaya perseroan (bukan donasi sukarela).                                                                                                        | Identifikasi korporasi yang punya kewajiban CSR dan kepentingan di wilayah. CSR bisa masuk bahkan di daerah dengan kesiapan investasi rendah — asalkan ada program kemitraan yang terstruktur.                                                                                                    |
| <b>Dana EPR</b>                           | Produsen kemasan (FMCG, jasa makanan & minuman, ritel) yang memasarkan produk di Indonesia | Mandatory (PermenLHK P.75/2019) — namun belum optimal; revisi regulasi sedang disusun untuk penguatan | <i>Co-investment</i> langsung ke fasilitas sortir (TPS3R/TPST) dan pemroses sampah (daur ulang, RDF); pembiayaan kolektif via PRO; atau mekanisme EPR <i>certificate</i> (produsen membeli bukti tonase sampah terolah dari pemroses terverifikasi) | Dua gap kritis yang harus segera ditindaklanjuti KLH: (1) kejelasan skema operability — bagaimana alur dana dari produsen ke fasilitas pemroses diverifikasi; (2) perlindungan privacy data produsen dalam pelaporan kewajiban offset. Tanpa keduanya, EPR tetap hanya compliance di atas kertas. |
| <b>Carbon Credit / Plastic Credit</b>     | Pemilik proyek (BUMD, swasta, Pemda) + IDXCarbon / registri internasional                  | Carbon Credit: mandatory melalui NEK (Perpres 98/2021). Plastic Credit: voluntary (belum              | SPE-GRK (1 unit = reduksi 1 ton CO <sub>2</sub> e) diperjualbelikan di IDXCarbon setelah divalidasi SRN-PPI. Plastic Credit sebagai skema offset tonase                                                                                             | Dokumen lingkungan (Amdal) yang valid dan terdaftar SRN-PPI adalah <i>pre-condition</i> akses carbon credit.                                                                                                                                                                                      |

| JALUR PENDANAAN              | PIHAK UTAMA                                                                                                                       | SIFAT SKEMA                                                                                                  | MEKANISME / INSTRUMEN                                                                                                                                       | DIMENSI KRITIS KESIAPAN                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |                                                                                                                                   | ada standar nasional)                                                                                        | plastik dari pasar internasional.                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>B2B — Kawasan Mandiri</b> | Entitas pengelola kawasan (developer real estate, pengelola kawasan industri/pariwisata/komersial) + operator swasta pihak ketiga | Investasi murni swasta. Tidak ada kontribusi APBD/APBN. Pemda hanya melayani residu sampah hasil pengolahan. | Entitas pengelola kawasan mengikat kontrak dengan operator swasta pihak ketiga untuk mengelola sampah kawasan secara tuntas — baik on-site maupun off-site. | Prasyarat utama adalah regulasi Pemda (Perda/Perkada) yang secara eksplisit mengakui zonasi mandiri: kawasan yang telah mengurus sampahnya sendiri tidak lagi dihitung dalam layanan retribusi umum Pemda, dan hanya diizinkan membuang residu ke sistem Pemda. Tanpa regulasi ini, skema tidak memiliki dasar hukum yang kuat. |

Satu catatan penting tentang framing B2B: kontrak antara fasilitas RDF dengan industri semen atau PLTU adalah mekanisme offtake produk, bukan jalur pengadaan dan ia bisa berjalan di bawah jalur APBD, KPBU, maupun B2B Kawasan Mandiri sekaligus. B2B sebagai jalur pengadaan secara spesifik merujuk pada investasi swasta murni untuk kawasan yang mengelola sampahnya secara mandiri, yang diaktivasi oleh regulasi zonasi Pemda dan inilah yang membedakannya secara fundamental dari jalur-jalur lainnya.

*Setiap jalur pendanaan mensyaratkan dimensi kesiapan yang berbeda bukan sekadar berbeda tingkat, melainkan berbeda karakter. APBN mensyaratkan kesiapan siklus perencanaan. KPBU mensyaratkan bankability tarif jangka panjang. B2B Kawasan Mandiri mensyaratkan regulasi zonasi yang mengakui kemandirian kawasan. PLN/Hibah mensyaratkan kapasitas safeguard ESG. Ini adalah alasan mengapa RIGA tidak cukup hanya menghasilkan satu angka indeks, ia perlu mengidentifikasi jalur mana yang terbuka dan tertutup untuk profil kesiapan spesifik suatu daerah*

### 2.3.2 Catatan Khusus: Dana EPR sebagai Instrumen Ekonomi Sirkular

EPR layak mendapat elaborasi tersendiri karena ia paling sering dipahami keliru oleh Pemda yang berharap ia menjadi sumber pendapatan baru, maupun oleh produsen yang cenderung memperlakukannya sebagai kewajiban pelaporan semata. Secara substansi, EPR adalah pengakuan bahwa produsen yang memasarkan produk berkemasan menanggung sebagian tanggung jawab atas pengelolaan sampah pasca konsumsinya. Kewajiban ini bukan donasi dan bukan pajak — ia adalah internalisasi biaya eksternalitas lingkungan yang selama ini ditanggung publik. PermenLHK P.75/2019 telah menetapkan dasar hukumnya, meskipun dari sisi operabilitas dan penegakan regulasi ini masih memerlukan penguatan dan revisinya kini sedang disusun.

Yang perlu diluruskan dalam konteks perencanaan investasi: posisi EPR bukan sebagai jalur untuk meningkatkan pendapatan Pemda, melainkan sebagai mekanisme yang mengurangi biaya sistem secara keseluruhan. Mekanismenya bekerja melalui rantai yang cukup langsung: dana EPR dari produsen dialokasikan ke fasilitas sortir (TPS3R/TPST) sebagai insentif untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas material yang masuk ke industri daur ulang, RDF, dan pemroses sampah lainnya. Ketika feedstock yang diterima offtaker semakin stabil dan berkualitas, harga beli mereka

meningkat dan kenaikan harga beli inilah yang pada akhirnya mengurangi beban biaya sistem persampahan yang ditanggung Pemda.

*EPR bekerja paling efektif ketika ada direct relation yang terverifikasi antara supply dan demand: pemroses sampah (daur ulang, RDF, WtE) sebagai penyedia bukti tonase sampah terolah, dan produsen sebagai pihak yang bertanggung jawab meng-offset sampah pasca konsumsinya. Relasi ini adalah inti dari percepatan Ekonomi Sirkular lokal dan nasional yang sesungguhnya.*

Dalam konteks jalur pendanaan, EPR dapat masuk sebagai *co-investment* langsung ke fasilitas sortir, pembiayaan kolektif via PRO (Producer Responsibility Organization), atau melalui mekanisme sertifikat EPR di mana produsen membeli sertifikat dari pemroses sampah terverifikasi sebagai bukti pemenuhan kewajiban offset. Skema certificate-based memiliki satu keunggulan kontekstual: ia membiarkan jenjang harga pemrosesan per jenis material (eco-modulasi) terbentuk secara natural, menciptakan sinyal ekonomi yang mendorong perubahan desain kemasan tanpa perlu menunggu panduan eco-design nasional yang masih sangat terbatas. Skema PRO di sisi lain memungkinkan pengawasan yang lebih terkonsentrasi pada satu entitas tata kelola. Arsitektur mana pun yang dipilih perlu memungkinkan perbaikan sistem secara bertahap dan dibangun melalui konsultasi yang merangkul produsen, pemroses, offtaker, dan regulator secara berimbang, agar skema yang dipilih dapat disinkronkan dengan infrastruktur registri nasional yang lebih luas.

Dua hal yang perlu segera ditindaklanjuti KLH agar EPR bekerja sebagai instrumen ekonomi sirkular dan bukan sekadar kepatuhan administratif: kejelasan skema operability, bagaimana alur verifikasi dari produsen ke fasilitas pemroses dijalankan secara kredibel dan auditable; dan perlindungan privasi data produsen dalam sistem registry pelaporan kewajiban offset, yang saat ini menjadi salah satu hambatan nyata partisipasi transparan. Tanpa keduanya, penguatan regulasi EPR sekalipun berpotensi menghasilkan kepatuhan di atas kertas, bukan dampak riil ke ekosistem persampahan.

## 2.4 Posisi RIGA dalam Ekosistem Instrumen

Seluruh instrumen pemetaan delapan jalur pendanaan di atas menunjukkan bahwa "kesiapan investasi" bukan satu konsep Tunggal, ia berbeda karakter per jalur, dan berbeda dimensi yang harus dipenuhi. Tapi ada pertanyaan yang lebih mendasar yang belum terjawab oleh pemetaan itu: di titik mana dalam proses perencanaan daerah, kesiapan per jalur itu seharusnya dievaluasi?

Platform pendataan periodik yang ada, SIPSN, WML, Adipura, menjawab pertanyaan tentang kinerja sistem persampahan secara umum. Output-nya penting, tapi berbicara dalam bahasa monitoring: seberapa jauh cakupan layanan, seberapa besar tonase yang tertangani, seberapa patuh daerah terhadap regulasi. Ia tidak dirancang untuk menjawab apakah suatu daerah siap menjalankan komitmen investasi melalui jalur KPBU, atau apakah ekosistem offtaker-nya cukup matang untuk menarik investasi swasta.



**Gambar 1** Diagram Riga Terhadap Instrumen Evaluasi Dan Kesiapan Investasi

Di ujung lain, studi kelayakan proyek (FS) umumnya sudah bekerja dengan asumsi bahwa jenis teknologi, investasi dan jalur pendanaannya sudah ditentukan, untuk menguji *viability* dari sesuatu yang sudah diputuskan atau dibatasi opsinya. Ia tidak dirancang untuk membantu daerah menjawab pertanyaan sebelum keputusan itu: *jalur mana yang realistis untuk profil kami, dan kondisi apa yang harus diperbaiki lebih dulu?*

Di antara dua titik itulah RIGA bekerja. Ia membaca profil tata kelola daerah secara menyeluruh — bukan untuk menghasilkan skor kinerja, melainkan untuk memetakan kesiapan ekosistem investasi: jalur pendanaan mana yang terbuka berdasarkan kondisi aktual, sinyal mana yang sudah cukup kuat, dan kondisi pra-investasi mana yang masih menjadi hambatan. Pada tahap ini, jenis investasi spesifik belum harus ditentukan, apakah akhirnya bermuara ke fasilitas biologis, RDF, atau mekanisme kawasan mandiri adalah pertanyaan yang dijawab di tahap berikutnya. Yang RIGA hasilkan adalah penyempitan ruang kemungkinan untuk mempermudah pengambilan keputusan.

Posisi ini bukan tanpa trade-off. RIGA yang terlalu umum kehilangan nilai diagnostiknya; RIGA yang terlalu spesifik memaksakan asumsi proyek sebelum waktunya. Arsitekturnya, yang dibahas di Bab 3, dirancang untuk mengelola tantangan itu: cukup spesifik untuk menghasilkan sinyal yang *actionable* per jalur pengadaan, tapi cukup terbuka untuk tidak mengunci daerah pada satu jenis investasi ataupun teknologi sebelum kondisi ekosistemnya sendiri yang mengarahkan.



Kementerian PPN/  
Bappenas



# BAB III

## RIGA: PERANGKAT PENILAIAN MANDIRI *INVESTMENT GATE*



Supported by:



based on a decision of  
the German Bundestag

## 3 RIGA

### PERANGKAT PENILAIAN MANDIRI INVESTMENT GATE

---

Bab ini menjelaskan arsitektur dan logika kerja RIGA: Rapid Investment Gate Assessment, bukan sebagai deskripsi fitur, melainkan sebagai penjelasan keputusan desain: mengapa RIGA dirancang seperti ini, apa yang coba dijawab, dan di mana batas-batas yang disadari sejak awal. Pembaca yang ingin langsung ke panduan operasional dapat merujuk ke dokumen tools Excel yang menyertai laporan ini.

#### 3.1 Rasional: Mengapa RIGA Dibutuhkan

Gap yang diidentifikasi di Bab 2, belum adanya instrumen yang menjembatani pendataan periodik dengan kebutuhan diagnosis kesiapan investasi adalah titik berangkat RIGA. Ia bukan respons terhadap kekurangan data; data persampahan di Indonesia sudah cukup banyak. Ia adalah respons terhadap pertanyaan yang selama ini belum ditanyakan secara sistematis: jalur investasi mana yang realistis untuk profil daerah ini, dan kondisi pra-investasi mana yang masih perlu diperkuat?. Untuk menjawab pertanyaan itu, RIGA menghasilkan tiga lapis output yang saling melengkapi: Index Gabungan yang memotret kematangan ekosistem dalam indeks yang dapat dibandingkan secara nasional, Signal Routing yang mengukur kekuatan sinyal ekosistem per jalur pendanaan berdasarkan kombinasi kondisi spesifik daerah, dan lapisan rekomendasi otomatis (3.8) yang menerjemahkan kedua skor tersebut menjadi arah tindak lanjut per aspek penilaian.

*RIGA bukan audit eksternal dan bukan studi kelayakan. Ia adalah penilaian mandiri terstruktur yang menghasilkan indikasi awal — cukup untuk mengarahkan keputusan tentang langkah apa yang paling realistis untuk dilakukan selanjutnya, tapi tidak cukup untuk menggantikan verifikasi lapangan atau analisis finansial yang lebih dalam.*

Beberapa pembacaan keliru yang perlu diantisipasi sejak awal, karena bentuknya sekilas terlihat masuk akal:

- Sinyal kebijakan kuat sering dibaca sebagai kesiapan operasional kuat — padahal Signal Routing pada dasarnya mengukur eksistensi kebijakan, bukan besaran realisasinya (lihat 3.3.3.3 untuk kasus OPEX).
- Ketersediaan data yang tinggi bisa disalahartikan sebagai ekosistem yang matang — keduanya adalah dua sumbu berbeda (lihat 3.3.2), daerah bisa rapi mencatat kondisi yang sebenarnya masih lemah.
- Sinyal kuat di satu jalur pendanaan bukan berarti daerah "siap investasi" secara umum — Signal Routing per jalur bersifat independen dan harus dibaca berdampingan dengan Index Gabungan, bukan sebagai pengganti satu sama lain.
- Ambang yang digunakan (50% Index Gabungan, threshold tiap jalur) adalah asumsi awal dari simulasi desain, bukan hasil validasi empiris — berpotensi dibaca sebagai standar baku padahal sifatnya sementara sampai trial lapangan.

Karena RIGA menghasilkan output yang comparable antar daerah, ada risiko disalahgunakan sebagai alat pemeringkatan kompetitif untuk alokasi bantuan — padahal desainnya untuk diagnosis internal per daerah, bukan lomba antar-daerah.

Satu hal yang perlu ditegaskan tentang status instrumen ini: prototipe RIGA yang dihasilkan dari penugasan ini dirancang untuk keperluan evaluasi dalam kerangka Bappenas dan UNDP, belum sebagai instrumen yang langsung siap digunakan Pemda secara mandiri dalam skala luas.

Framework-nya sudah terdefinisi dan fungsi strategisnya sudah tervalidasi secara konseptual, namun jalan menuju adopsi sesungguhnya masih membutuhkan uji coba lapangan, penyempurnaan berdasarkan umpan balik, dan pengembangan sistem yang lebih serius. Yang laporan ini tawarkan adalah argumen tentang mengapa instrumen seperti RIGA dibutuhkan, seperti apa arsitekturnya, dan bagaimana ia seharusnya diposisikan dalam ekosistem investment gate nasional sebagai fondasi untuk pengembangan lebih lanjut.

### **3.2 Arsitektur Dua Bagian: Indeks dan Panduan**

RIGA terdiri dari dua bagian yang terintegrasi dalam satu tools namun bekerja dengan logika yang berbeda. Bagian pertama adalah Penilaian Enam Pilar, bagian yang dapat di-scoring, memotret kematangan ekosistem persampahan melalui enam dimensi: Regulasi & Perencanaan, Pelayanan, Sarana Prasarana, Pemrosesan, Finansial, dan Institusional. Data numerik yang dimasukkan dalam pengisian enam pilar juga direkap otomatis sebagai jembatan ke bagian kedua. Bagian kedua adalah Matriks Kesiapan Teknologi, bagian yang bersifat panduan dan tidak untuk di-scoring. Ia mengambil data atributif dari rekap bagian pertama (tonase, karakteristik sampah, kapasitas fasilitas, jarak ke offtaker, parameter finansial) dan memvalidasinya terhadap threshold kritis per kategori teknologi. Output bagian ini bukan skor, melainkan gambaran teknis apakah kondisi fisik dan finansial daerah secara realistis mendukung penerapan teknologi tertentu. Matriks ini dibahas lebih detail di Bab 4.

Pemisahan ini disengaja. Output dua lapis di Bagian 1 Index Gabungan dan Signal Routing dirancang untuk menjawab dua pertanyaan yang berbeda: seberapa matang ekosistem secara umum, dan di jalur mana ekosistem daerah paling kuat potensinya. Bagian 2 kemudian menerjemahkan kondisi spesifik daerah ke dalam orientasi opsi teknologi yang lebih realistis.

**R** HUB PENGUBAH DATA MENJADI SOLUSI

## Arsitektur Proses Instrumen RIGA (Rapid Investment Gate Assessment)

### BAGIAN 1 Penilaian enam pilar

#### 1 · INPUT DATA Pengisian data oleh Pemda

##### Enam pilar evaluasi

- P1 Regulasi & Perencanaan
- P2 Pelayanan
- P3 Sarana Prasarana
- P4 Pemrosesan
- P5 Finansial
- P6 Instiusional

##### MEKANISME PENGISIAN

- 1 Multiple choice bergradasi**  
A = belum ada · B = dalam proses · C = ada dan terdata
- 2 Atributif numerik**  
Tonase · kapasitas fasilitas · jarak oftaker · parameter finansial
- 3 Claim check**  
Upload dokumen pendukung untuk indikator jawaban C

#### 2 · PROSES PENILAIAN Tahap penilaian RIGA

##### Tahap 1 — Pra-kondisi

GERBANG  
MINIMUM

Logika: gerbang minimum · 21 indikator wajib tersebar di enam pilar ·  
Jawaban A → skip logic aktif, pertanyaan berikut dikunci otomatis ·  
Output: Lolos / Tidak lolos

##### Tahap 2 — Analisis 3 Lapis

Tiga lapis analisis dari data yang sama, tiap lapis menjawab pertanyaan berbeda

##### a Index Gabungan

AVERAGE LOGIC

~370 pertanyaan index · average logic · Indeks Kematangan Ekosistem & Indeks Ketersediaan Data

##### b Signal Routing

LOGIC GATE

Subset indikator kritis per jalur pengadaan · berapa yang sudah hijau? ·  
Output: kekuatan sinyal (%) per jalur

##### c Analisis Rekomendatif

THRESHOLD LOGIC

Index Hijau per aspek (18 kelompok) vs ambang 50% · ≤50% Perlu Penguatan · >50% Dipertahankan

#### 3 · OUTPUT DATA

##### Output a) — Index Gabungan

Output: spektrum warna per index

● Hijau ● Kuning ● Merah

##### Output b) — Signal Routing

Peta jalur pengadaan — signal strength

| JALUR            | SIGNAL |
|------------------|--------|
| APBN / DAK       | 00%    |
| APBD             | 00%    |
| KPBU             | 00%    |
| PHLN             | 00%    |
| B2B Kaw. Mandiri | 00%    |
| CSR              | 00%    |
| EPR              | 00%    |
| Carbon Credit    | 00%    |

##### Output c) — Analisis Rekomendatif

Arah tindak lanjut otomatis per aspek penilaian (18 aspek)

Perlu Penguatan (≤50%)

Dipertahankan (>50%)

### BAGIAN 2

#### Matriks Kesiapan Teknologi (panduan, tidak di-scoring)

Panduan · kondisi daerah terhadap threshold kritis per teknologi — tonase, komposisi, kapasitas fasilitas, jarak oftaker, parameter finansial

AD

OWC

IVC

BSF

MT

MBT

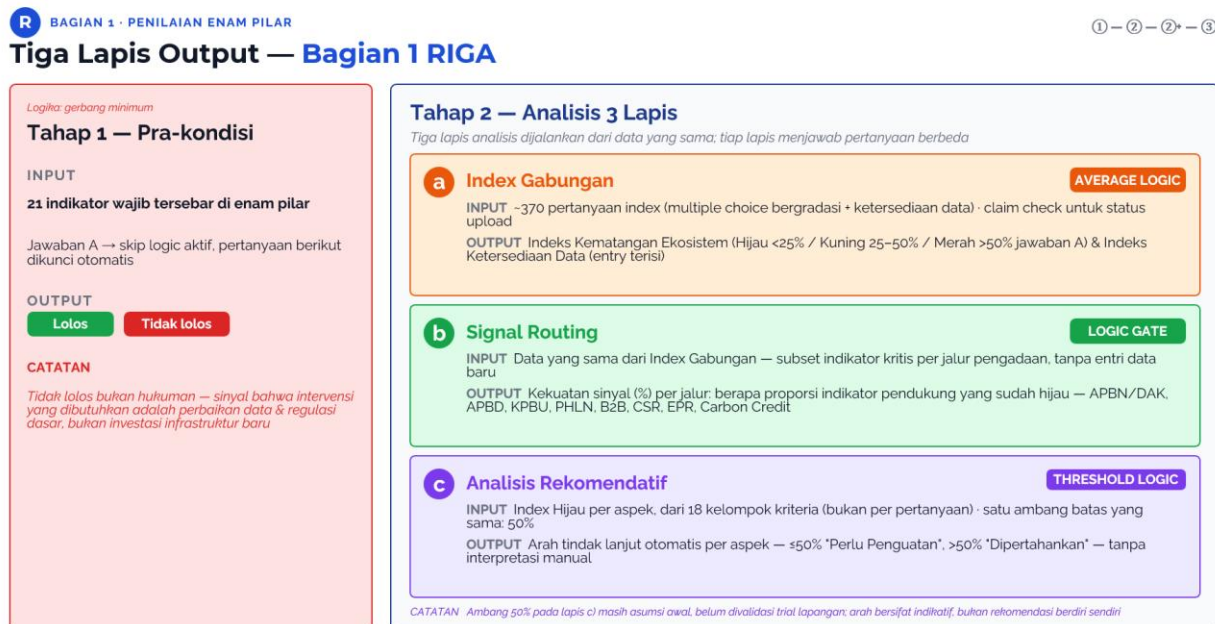
WtE Incin.

WtE Gasif.

**Gambar 2** Arsitektur Proses Instrumen RIGA

### 3.3 Tiga Tahap Penilaian dalam Bagian Pertama

Bagian pertama RIGA bekerja melalui tiga tahap yang berjenjang: setiap tahap membangun di atas tahap sebelumnya, dan setiap tahap menghasilkan output yang bermakna secara independen.



**Gambar 3** Tiga Tahap Penilaian Bagian 1 RIGA

#### 3.3.1 Tahap 1 Pra-Kondisi: Gerbang Minimum

Tahap 1 memeriksa 21 indikator pra-kondisi yang tersebar di enam pilar, kondisi paling dasar yang harus ada sebelum penilaian kematangan lebih dalam dapat dilakukan secara bermakna. Absennya data timbulan sampah berarti tidak ada angka yang bisa dipakai sebagai dasar perencanaan apapun; absennya regulasi tata kelola persampahan mencerminkan komitmen politik minimal yang belum terbentuk untuk sektor ini.

Pra-kondisi dalam RIGA menggunakan format multiple choice bergradasi: jawaban A (belum ada atau belum tersedia), B (dalam proses atau tersedia sebagian), dan C (ada dan terdata). Jawaban A pada indikator pra-kondisi mengaktifkan skip logic, rangkaian pertanyaan detail berikutnya yang tidak relevan dikunci secara otomatis. Ini mengurangi beban pengisian tanpa mengurangi kelengkapan penilaian, karena pertanyaan yang terkunci tetap dihitung sebagai pengurang nilai..

*Belum lolos Pra-Kondisi bukan hukuman, ini sinyal bahwa intervensi yang dibutuhkan: perbaikan data dan regulasi dasar, bukan investasi infrastruktur baru. Membangun fasilitas baru di atas ekosistem yang belum memiliki dasar pencatatan yang valid adalah risiko yang kerap berakhir dengan infrastruktur mangkrak.*

RIGA juga dilengkapi mekanisme verifikasi untuk jawaban pada level kematangan tertinggi (pilihan C): pengisi diminta menyertakan bukti pendukung berupa nomor dokumen, referensi regulasi, atau data terverifikasi. Daerah yang mengklaim kondisi optimal tanpa bukti pendukung akan mendapat catatan tersendiri dalam output bukan sebagai sanksi, melainkan sebagai penanda akurasi self-assessment.

### 3.3.2 Tahap 2 Index Gabungan: Potret Kematangan Ekosistem

Dari sekitar 376 entry points RIGA, sekitar 200 adalah pertanyaan index kombinasi multiple choice bergradasi dan pertanyaan ketersediaan data. Dengan dampak skip logic, daerah berkapasitas terbatas efektif mengisi sekitar 200–230 entry dari total tersebut. Tahap 2 menghitung dua indeks yang berbeda secara konseptual namun saling melengkapi.

Indeks Kematangan Ekosistem mengukur proporsi jawaban pada level terendah (pilihan A) terhadap seluruh jawaban multiple choice semakin tinggi proporsi jawaban A, semakin merah spektrumnya. Indeks Ketersediaan Data mengukur proporsi entry yang berhasil terisi dari total yang seharusnya dijawab — bukan soal kualitas jawaban, melainkan apakah datanya tersedia sama sekali. Indeks kedua ini mencerminkan sesuatu yang berbeda dari kematangan: ia adalah sinyal tentang tingkat awareness dan komitmen Pemda dalam menseriusi pengelolaan persampahan. Informasi ini sama pentingnya bagi investor dengan indeks kematangan itu sendiri.

Kombinasi keduanya menghasilkan spektrum yang dapat dibaca dalam dua dimensi. Daerah bisa Hijau di kematangan tapi Merah di ketersediaan data kondisi ekosistemnya mungkin baik tapi belum terdokumentasi. Atau Kuning di kematangan tapi Hijau di ketersediaan data pencatatannya baik, tapi kondisi aktualnya masih membutuhkan perbaikan. Keduanya memiliki implikasi intervensi yang sangat berbeda.

**Tabel 5** Threshold Penilaian Index Gabungan

| INDEKS                      | HIJAU              | KUNING               | MERAH              |
|-----------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| Indeks Ketersediaan Data    | >75% entry terisi  | 50–75% entry terisi  | <50% entry terisi  |
| Indeks Kematangan Ekosistem | <25% jawaban Merah | 25–50% jawaban Merah | >50% jawaban Merah |

Untuk Indeks Ketersediaan Data, threshold Hijau di atas 75% berarti daerah mampu menyediakan data untuk lebih dari tiga perempat seluruh dimensi penilaian sinyal kapasitas pencatatan yang cukup signifikan. Untuk Indeks Kematangan Ekosistem, arah ukurnya terbalik: threshold Hijau di bawah 25% berarti kurang dari seperempat dimensi ekosistem yang masih pada kondisi paling dasar. Kedua indeks menggunakan threshold yang berbeda karena mengukur hal yang berbeda secara konseptual.

### 3.3.3 Tahap 2 Lanjutan: Rute Jalur Pendanaan

Index Gabungan cukup untuk menjawab pertanyaan: seberapa matang ekosistem persampahan daerah ini secara umum? Namun ia belum cukup untuk menjawab pertanyaan yang lebih operasional: jalur investasi mana yang realistis untuk kondisi spesifik daerah ini? Dua pertanyaan ini terlihat mirip tapi berbeda dimensi dan menjawab yang pertama tidak secara otomatis menjawab yang kedua.

Setiap jalur pendanaan memiliki profil risiko yang berbeda karakter, bukan sekadar berbeda tingkat. Untuk APBN/DAK, yang paling menentukan adalah kesiapan siklus perencanaan dan kepatuhan dokumen. Untuk KPBU, yang paling menentukan adalah bankability jangka panjang: regulasi tipping fee multi-tahun dan pemisahan regulator-operator. Untuk B2B Kawasan Mandiri, cukup satu hal: regulasi Pemda yang mengakui zonasi mandiri. Index Gabungan keseluruhan cenderung kurang menangkap nuansa ini. Signal Routing menjawab pertanyaan: seberapa kuat ekosistem yang sudah

terbentuk untuk mendukung jalur ini? Ia bekerja dengan menghitung skor tertimbang dari indikator-indikator yang relevan untuk setiap jalur, masing-masing dinilai dalam skala 0 / 0,5 / 1.

**Tabel 6 Interpretasi Kondisi Indikator**

| SKOR | KONDISI INDIKATOR                                     | INTERPRETASI KEKUATAN SINYAL                      |
|------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1    | HIJAU — kondisi indikator optimal atau hampir optimal | ≥75% dari total indikator terpenuhi → Sinyal Kuat |
| 0,5  | KUNING — kondisi indikator dalam proses atau sebagian | 50–74% → Sinyal Menengah                          |
| 0    | MERAH — kondisi indikator belum ada atau tertinggal   | <50% → Sinyal Lemah                               |

*Formula Signal Routing per jalur: Jumlah skor indikator ÷ Total indikator jalur tersebut*

Output-nya bukan status biner terbuka/tertutup, melainkan kekuatan sinyal dalam persentase — dan inilah yang memberikan nuansa yang belum tertangkap dari angka rata-rata saja. Daerah dengan signal strength 70% untuk KPBU berarti ekosistemnya sudah cukup mendukung jalur tersebut, dan hanya satu atau dua kondisi yang masih perlu diperkuat. Sebaliknya, daerah dengan signal strength 30% untuk CSR menunjukkan bahwa fondasi ekosistem untuk memanfaatkan CSR secara bermakna masih perlu dibangun lebih jauh.

*Index Gabungan dan Signal Routing menjawab dua pertanyaan berbeda yang saling melengkapi. Bagi Pemda, kombinasi keduanya memberikan peta yang jelas: di mana posisi saya secara keseluruhan, dan di jalur mana ekosistem saya paling siap. Bagi investor, kombinasi keduanya memberikan gambaran yang jauh lebih kaya dari sekadar skor tunggal.*

### 3.3.3.1 Jumlah Indikator Signal Routing per Jalur

Jumlah indikator tidak dipaksakan sama antar jalur, mengikuti ketersediaan indikator yang koheren secara logis dengan karakter jalur tersebut. Prinsip pemilihan: hanya dari indikator bergraduasi warna (Hijau/Kuning/Merah), bukan indikator atributif numerik atau check claim. Setiap indikator dipilih berdasarkan koherensi logis dengan profil risiko jalur, kalau tidak koheren, tidak masuk.

**Tabel 7 Jumlah Indikator Jalur Pendanaan**

| JALUR PENDANAAN     | JUMLAH INDIKATOR SIGNAL ROUTING |
|---------------------|---------------------------------|
| KPBU / PPP          | 5                               |
| APBN / DAK          | 5                               |
| APBD / Swakelola    | 5                               |
| PLN / Hibah         | 5                               |
| Dana CSR            | 5                               |
| Dana EPR            | 6                               |
| Carbon Credit       | 6                               |
| B2B Kawasan Mandiri | 6                               |

### 3.3.3.2 Signal Routing per Jalur Pendanaan

Tabel berikut menyajikan indikator Signal Routing yang disepakati untuk delapan jalur pendanaan. Referensi kode indikator merujuk ke tools Excel RIGA.

#### Jalur 1: KPBU / PPP (5 Indikator)

Logika jalur: bankability jangka panjang, regulasi tarif yang mengikat, pemisahan kelembagaan, bukti pengalaman mekanisme komersial.

**Tabel 8** Indikator Jalur Pendanaan KPBU/PPP

| # | Indikator                                              | Sumber        | HIJAU (1)                                      | KUNING (0,5)                               | MERAH (0)                                |
|---|--------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1 | Regulasi tipping fee / gate fee                        | Finansial     | Sudah ada draft regulasi atau sudah ditetapkan | Sudah ada rencana kajian akademis          | Belum ada rencana penyusunan             |
| 2 | Regulasi komitmen alokasi anggaran jangka panjang      | Finansial     | Sudah ada draft regulasi atau sudah ditetapkan | Sudah ada rencana kajian akademis          | Belum ada rencana penyusunan             |
| 3 | Pemisahan peran regulator dan operator                 | Institusional | Sudah terpisah                                 | Dalam proses pemisahan                     | Belum ada pemisahan                      |
| 4 | Kapasitas SDM, kebutuhan dan realisasi                 | Institusional | Analisis direalisasikan bertahap atau penuh    | Ada analisis tapi belum direalisasikan     | Belum ada analisis kebutuhan             |
| 5 | Entitas mitra pemanfaat, perjanjian offtaker komersial | Pemrosesan    | Ada mitra komersial dengan perjanjian tetap    | Ada mitra komersial tanpa perjanjian tetap | Hanya entitas individual belum komersial |

#### Jalur 2: APBN / DAK (5 Indikator)

Logika jalur: kapasitas administratif dan kepatuhan perencanaan, bukan kapasitas fiskal karena dana berasal dari pusat, yang menentukan adalah kesiapan dokumen dan rekam jejak penyerapan.

**Tabel 9** Indikator Jalur Pendanaan APBN/DAK

| # | Indikator                                        | Sumber   | HIJAU (1)                   | KUNING (0,5)                    | MERAH (0)               |
|---|--------------------------------------------------|----------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1 | JAKSTRADA: status                                | Regulasi | Ada dan sudah diperbarui    | Ada tapi dalam proses pembaruan | Tidak ada atau outdated |
| 2 | Perencanaan kota: kebijakan spesifik persampahan | Regulasi | Sudah masuk RPJMD/RTRW/RDTR | Sedang dalam proses masuk       | Belum masuk sama sekali |
| 3 | Peraturan tata kelola persampahan umum           | Regulasi | Ada dan sudah diperbarui    | Ada tapi dalam proses pembaruan | Tidak ada atau outdated |
| 4 | RIPS/PTMP: status                                | Regulasi | Ada dan sudah diperbarui    | Ada tapi dalam proses pembaruan | Tidak ada atau outdated |

| # | Indikator                              | Sumber        | HIJAU (1)                                   | KUNING (0,5)                           | MERAH (0)                    |
|---|----------------------------------------|---------------|---------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------|
| 5 | Kapasitas SDM, kebutuhan dan realisasi | Institusional | Analisis direalisasikan bertahap atau penuh | Ada analisis tapi belum direalisasikan | Belum ada analisis kebutuhan |

### Jalur 3: APBD / Swakelola (5 Indikator)

Logika jalur: daerah membiayai sendiri ketersediaan dan komitmen anggaran jangka panjang, kapasitas retribusi sebagai penopang keberlanjutan.

**Tabel 10** Indikator Jalur Pendanaan APBD/Swakelola

| # | Indikator                                         | Sumber        | HIJAU (1)                                      | KUNING (0,5)                                         | MERAH (0)                      |
|---|---------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------------|
| 1 | Ketersediaan anggaran persampahan                 | Finansial     | Selalu ada dan pernah memadai                  | Selalu ada tapi tidak pernah memadai                 | Tidak selalu ada tiap tahun    |
| 2 | Regulasi komitmen alokasi anggaran jangka panjang | Finansial     | Sudah ada draft regulasi atau sudah ditetapkan | Sudah ada rencana kajian akademis                    | Belum ada rencana penyusunan   |
| 3 | Keberadaan mekanisme penarikan retribusi          | Finansial     | Ada penetapan mekanisme                        | Sedang proses penetapan                              | Belum ada                      |
| 4 | Peningkatan tarif dan kolektivitas retribusi      | Finansial     | Rencana aksi sudah ada atau dijalankan         | Ada identifikasi potensi tapi belum ada rencana aksi | Belum ada identifikasi potensi |
| 5 | Kapasitas SDM, kebutuhan dan realisasi            | Institusional | Analisis direalisasikan bertahap atau penuh    | Ada analisis tapi belum direalisasikan               | Belum ada analisis kebutuhan   |

### Jalur 4: PLN / Hibah (5 Indikator)

Logika jalur: standar safeguard ESG lebih ketat dari nasional, dokumen lingkungan, rekam jejak insiden, SOP dampak adalah hambatan tersembunyi yang paling sering menggagalkan.

**Tabel 11** Indikator Jalur Pendanaan PLN/Hibah

| # | Indikator                              | Sumber        | HIJAU (1)                    | KUNING (0,5)                  | MERAH (0)                           |
|---|----------------------------------------|---------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Dokumen safeguard TPA (Amdal/UKL/UPL)  | Regulasi      | Sudah lengkap dan diperbarui | Sedang dalam proses pembaruan | Tidak ada atau outdated             |
| 2 | Dokumen safeguard fasilitas lain       | Regulasi      | Sudah lengkap dan diperbarui | Dalam proses melengkapi       | Tidak lengkap atau belum diperbarui |
| 3 | Pemisahan peran regulator dan operator | Institusional | Sudah terpisah               | Dalam proses pemisahan        | Belum ada pemisahan                 |

| # | Indikator                                       | Sumber        | HIJAU (1)               | KUNING (0,5)               | MERAH (0)     |
|---|-------------------------------------------------|---------------|-------------------------|----------------------------|---------------|
| 4 | Ketersediaan data insiden sosial dan lingkungan | Institusional | Ada dan sudah tersistem | Ada namun belum tersistem  | Belum ada     |
| 5 | SOP pengelolaan dampak lingkungan dan sosial    | Institusional | SOP sudah berjalan      | Ada SOP tapi belum efektif | Belum ada SOP |

#### Jalur 5: Dana CSR (5 Indikator)

Logika jalur: kematangan ekosistem kemitraan Pemda dengan korporasi rekam jejak yang terstruktur dan terdata.

**Tabel 12** Indikator Jalur Pendanaan Dana CSR

| # | Indikator                                    | Sumber        | HIJAU (1)                              | KUNING (0,5)                | MERAH (0)                            |
|---|----------------------------------------------|---------------|----------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Keberadaan program kemitraan                 | Institusional | Ada dan sudah terdata                  | Ada namun belum terdata     | Belum ada                            |
| 2 | Sumber dana mencakup swasta nasional         | Institusional | Ada lebih dari 1 sumber                | Ada min. 1 sumber           | Tidak ada data                       |
| 3 | Lingkup kegiatan mencakup co-investment aset | Institusional | Ada lebih dari 1 lingkup               | Ada min. 1 lingkup          | Tidak ada data                       |
| 4 | Tema program mencakup ekonomi sirkular       | Institusional | Ada lebih dari 1 tema                  | Ada min. 1 tema             | Tidak ada data                       |
| 5 | Pemantauan dan pendataan program kemitraan   | Institusional | Sistem sudah diresmikan dan dijalankan | Mulai ada penyusunan sistem | Berjalan tapi belum ada sistem resmi |

#### Jalur 6: Dana EPR (6 Indikator)

Logika jalur: EPR bekerja melalui rantai feedstock, pemilahan di hulu, node sortir, sektor informal sebagai komponen aktif, hingga offtaker daur ulang. EPR bukan sumber pendapatan Pemda, ia instrumen penekan biaya melalui stabilisasi feedstock.

**Tabel 13** Indikator Jalur Pendanaan Dana EPR

| # | Indikator                                                 | Sumber    | HIJAU (1)                                     | KUNING (0,5)                                | MERAH (0)                           |
|---|-----------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Layanan pemilahan di fasilitas (TPS3R, Bank Sampah, TPST) | Pelayanan | Sebagian besar wilayah ada sortir dan terdata | Sebagian kecil wilayah ada sortir           | Tidak ada pelayanan sortir          |
| 2 | Layanan transfer hasil pemilahan secara terpilah          | Pelayanan | Sebagian besar wilayah ada dan terdata        | Sebagian kecil wilayah ada layanan transfer | Tidak ada layanan transfer terpilah |
| 3 | Sektor informal daur ulang: pemulung dan lapak terdata    | Pelayanan | Ada di sebagian besar wilayah dan terdata     | Ada di sebagian kecil wilayah dan terdata   | Tidak ada atau tidak terdata        |

| # | Indikator                                              | Sumber           | HIJAU (1)                                  | KUNING (0,5)                  | MERAH (0)                    |
|---|--------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 4 | Ketersediaan BSU / Bank Sampah Unit                    | Sarana Prasarana | Ada dan sudah didata                       | Ada tapi belum didata         | Tidak ada fasilitas          |
| 5 | Ketersediaan BSI / Bank Sampah Induk sebagai agregator | Sarana Prasarana | Ada dan sudah didata                       | Ada tapi belum didata         | Tidak ada fasilitas          |
| 6 | Offtaker hasil pengolahan — identifikasi mitra         | Pemrosesan       | Sudah ada identifikasi dan peminatan mitra | Sedang melakukan identifikasi | Belum ada identifikasi mitra |

#### Jalur 7: Carbon Credit (6 Indikator)

Logika jalur: dua syarat sekaligus, kelengkapan dokumen lingkungan sebagai pre-condition SRN-PPI, dan keberadaan teknologi aktif penghasil reduksi emisi terverifikasi. Daerah yang lolos pra-kondisi RIGA sudah memiliki Amdal valid, pre-condition utama akses carbon credit.

**Tabel 14** Indikator Jalur Pendanaan Carbon Credit

| # | Indikator                                              | Sumber           | HIJAU (1)                                                    | KUNING (0,5)                                 | MERAH (0)                           |
|---|--------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Dokumen safeguard TPA (Amdal/UKL/UPL)                  | Regulasi         | Sudah lengkap dan diperbarui                                 | Sedang dalam proses pembaruan                | Tidak ada atau outdated             |
| 2 | Dokumen safeguard fasilitas lain                       | Regulasi         | Sudah lengkap dan diperbarui                                 | Dalam proses melengkapi                      | Tidak lengkap atau belum diperbarui |
| 3 | Pengolahan biologis: status implementasi               | Pemrosesan       | Sudah ada dan cukup optimal                                  | Sudah ada namun belum optimal                | Belum ada                           |
| 4 | Pengolahan biologis: rencana dalam dokumen perencanaan | Pemrosesan       | Sudah masuk perencanaan dengan spesifik kapasitas dan metoda | Sudah masuk tapi belum spesifik              | Belum masuk perencanaan             |
| 5 | Pengendalian lindi dan gas metan TPA                   | Sarana Prasarana | Keduanya ada dan termonitor                                  | Ada salah satu saja                          | Tidak ada pengendalian              |
| 6 | Keterlibatan program atau registrasi aksi iklim        | Regulasi         | Sudah registrasi ke SRN-PPI atau terlibat aktif              | Sudah terlibat program iklim daerah/nasional | Belum pernah terlibat               |

#### Jalur 8: B2B — Kawasan Mandiri (6 Indikator)

Logika jalur: paling independen dari fiskal Pemda, regulasi yang mengakui kemandirian kawasan dan bukti kapasitas Pemda bekerja dengan operator swasta. Zonasi ditetapkan Pemda; investasi sepenuhnya swasta.

**Tabel 15** Indikator Jalur Pendanaan B2B

| # | Indikator                        | Sumber   | HIJAU (1)                   | KUNING (0,5)                  | MERAH (0)               |
|---|----------------------------------|----------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 1 | Peraturan zonasi kawasan mandiri | Regulasi | Sudah ditetapkan/diperbarui | Sedang dalam proses pembaruan | Tidak ada atau outdated |

| # | Indikator                                        | Sumber        | HIJAU (1)                   | KUNING (0,5)                  | MERAH (0)               |
|---|--------------------------------------------------|---------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| 2 | Peraturan retribusi: nilai dan mekanisme         | Regulasi      | Sudah ditetapkan/diperbarui | Sedang dalam proses pembaruan | Tidak ada atau outdated |
| 3 | Perencanaan kota: kebijakan spesifik persampahan | Regulasi      | Sudah masuk RPJMD/RTRW/RDTR | Sedang dalam proses masuk     | Belum masuk sama sekali |
| 4 | Status implementasi teknologi mekanikal/MT       | Pemrosesan    | Sudah ada dan cukup optimal | Sudah ada namun belum optimal | Belum ada               |
| 5 | Keberadaan program kemitraan                     | Institusional | Ada dan sudah terdata       | Ada namun belum terdata       | Belum ada               |
| 6 | Sumber dana kemitraan mencakup swasta            | Institusional | Ada lebih dari 1 sumber     | Ada min. 1 sumber             | Tidak ada data          |

Catatan tentang Plastic Credit: Plastic Credit bekerja dengan logika yang mirip EPR, produsen mengoffset sampah plastik dengan membayar entitas yang membuktikan pemulihan material setara. Signal route-nya sejajar: fasilitas sortir yang berfungsi dan koneksi ke industri daur ulang adalah prasyarat yang sama. Perbedaan kritis ada pada landasan hukum, EPR berpijak pada kewajiban regulatif meskipun belum optimal, sementara Plastic Credit masih sepenuhnya voluntary dan belum memiliki regulasi payung dari pemerintah Indonesia. Karena itu Plastic Credit tidak dapat dijadikan indikator formal dalam tools, namun potensinya sebagai revenue stream yang memperkuat ekosistem daur ulang tetap nyata dan layak dipertimbangkan oleh daerah yang ekosistem sortirnya sudah matang, dalam kerangka perjanjian bilateral yang ketat dengan entitas bisnis yang berkomitmen pada verifikasi independen.

### 3.3.3.3 OPEX sebagai Arah Pengembangan Berikutnya

Delapan tabel jalur pendanaan di atas menilai dimensi finansial lewat eksistensi kebijakan — apakah regulasi tipping fee sudah ditetapkan, apakah ada rencana aksi peningkatan kolektivitas retribusi — bukan lewat besaran atau kinerja aktualnya, sesuai prinsip pemilihan indikator di 3.3.3.1 yang membatasi Signal Routing hanya pada indikator bergraduasi warna. Konsekuensinya, data OPEX yang justru paling relevan — kolektivitas retribusi, gap terhadap Kalkulator Kemendagri (Tabel 3), rasio retribusi terhadap kebutuhan anggaran — sudah tertarik otomatis ke Pilar Finansial di Lampiran, namun belum menjadi bagian dari skor jalur pendanaan mana pun. Data dikumpulkan, tapi belum dipakai.

Menutup gap ini bukan soal teknis otomasi Excel, melainkan soal evidence base. Menetapkan ambang yang membedakan kolektivitas retribusi "baik" dari "buruk" secara bermakna idealnya bersandar pada data empiris dari banyak daerah dengan karakteristik berbeda, dan itu baru bisa didapat dari uji coba lapangan yang belum dilakukan (lihat 3.9). Sampai data tersebut tersedia, dua acuan yang sudah dirujuk laporan ini — Kalkulator Kemendagri dan gambaran cost recovery nasional di Tabel 3 — cukup untuk menjaga angka OPEX tetap ditampilkan berdampingan dengan Signal Routing sebagai catatan pembandingan, namun belum cukup untuk mengunci threshold formal ke dalam skor. Ambang percobaan baru layak disusun dan diuji pada putaran trial berikutnya, mengikuti pola provisional yang sama seperti ambang 50% pada Index Gabungan dan lapisan rekomendasi otomatis di 3.8.

### 3.4 Enam Pilar Evaluasi: Substansi dan Logika Penilaian

Enam pilar RIGA bukan sekadar kategori pengelompokan, masing-masing dirancang untuk menjawab pertanyaan spesifik yang berbeda, dan masing-masing memiliki bobot pra-kondisi yang berbeda sesuai dengan peran fundamentalnya dalam ekosistem persampahan.

Catatan tentang Pilar Sarana Prasarana: pilar ini mencakup seluruh rantai infrastruktur fisik dari hulu ke hilir — TPS komunal, TPS3R, BSU, TPST, BSI, SPA, armada dan alat berat, tungku bakar, hingga TPA. TPA dimasukkan ke pilar ini dengan dua kriteria: kondisi umum TPA sebagai salah satu pra-kondisi, dan pengendalian lindi serta gas metan sebagai indikator index untuk signal routing Carbon Credit. Tungku bakar dicatat sebagai indikator khusus yang hanya relevan untuk daerah remote keberadaannya memberikan indikasi tentang awareness pengelolaan sampah di daerah tersebut, meski sangat tidak direkomendasikan sebagai solusi.

Catatan tentang sektor informal: keberadaan dan tingkat formalisasi sektor informal pemulung dan lapak daur ulang dicatat secara eksplisit di Pilar Pelayanan dan Pilar Sarana Prasarana. Sektor informal yang sudah terdata bukan hanya indikator kematangan ekosistem; ia adalah komponen aktif yang memperkuat signal routing untuk jalur EPR (sebagai node pengumpulan dengan data jangkauan yang jelas) dan CSR (rekam jejak kemitraan pemberdayaan).

**Tabel 16 Enam Pilar Evaluasi Tools**

| P | PILAR                             | PERTANYAAN YANG DIJAWAB                                                                                                        | KELOMPOK KRITERIA UTAMA                                                                                                                                                                                                                                                    | PRA-KONDISI                                                                       | KRITIS UNTUK JALUR                                                                                  |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | <b>Regulasi &amp; Perencanaan</b> | Apakah fondasi legal dan data dasar tersedia sebagai basis perencanaan yang akurat?                                            | Data karakteristik sampah; kajian pendukung; dokumen jangka panjang (JAKSTRADA, RIPS, RTRW); regulasi operasional (Perda tata kelola, retribusi, zonasi mandiri); safeguard lingkungan; platform nasional termasuk kesiapan siklus KUA-PPAS dan keterlibatan program iklim | 8 dari 21 total — terbanyak di antara semua pilar                                 | KPBU, PLN, APBN, B2B Kawasan Mandiri, Carbon Credit                                                 |
| 2 | <b>Pelayanan</b>                  | Seberapa jauh layanan pengumpulan menjangkau warga, dan seberapa baik pemilahan di hulu termasuk keterlibatan sektor informal? | Akses & frekuensi pengumpulan; pemilahan di sumber dan di fasilitas; sektor informal daur ulang (pemulung, lapak); transfer hasil pemilahan; penanganan B3 RT; pengawasan & monev; pelayanan tematik (sungai, bulky)                                                       | 1 dari 21 total                                                                   | EPR (kualitas feedstock sortir dan sektor informal sebagai node), semua jalur secara tidak langsung |
| 3 | <b>Sarana Prasarana</b>           | Apakah rantai infrastruktur fisik dari TPS hingga TPA berfungsi, dan berapa rasio unit terpasang vs aktif?                     | TPS komunal; TPS3R; BSU/Bank Sampah; TPST; BSI/Aggregator; SPA; Armada & Alat Berat; Tungku Bakar (hanya daerah remote — sangat tidak direkomendasikan);                                                                                                                   | 5 dari 21 total, termasuk kondisi TPA sebagai pra-kondisi. Pengendalian lindi/gas | Semua jalur, infrastruktur berfungsi adalah syarat dasar; kondisi TPA dan pengendalian              |

| P | PILAR         | PERTANYAAN YANG DIJAWAB                                                                                             | KELOMPOK KRITERIA UTAMA                                                                                                                                         | PRA-KONDISI                                         | KRITIS UNTUK JALUR                                                                                              |
|---|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |               |                                                                                                                     | TPA (kondisi umum + pengendalian lindi/gas untuk signal Carbon Credit)                                                                                          | bukan pra-kondisi, hanya index untuk signal routing | gas kritis untuk Carbon Credit                                                                                  |
| 4 | Pemrosesan    | Teknologi apa yang sudah berjalan, seberapa matang ekosistemnya, dan apakah offtaker sudah teridentifikasi?         | Biologis (kompos, BSF, AD); Mekanikal (MT, MBT, RDF/SRF); Termal WtE, masing-masing: delivery model, kapasitas, QC output, offtaker eksisting dan potensial     | 0 dari 21 total                                     | Semua jalur (identifikasi offtaker), EPR (feedstock ke daur ulang), Carbon Credit (teknologi reduksi emisi)     |
| 5 | Finansial     | Apakah Pemda memiliki kemampuan fiskal yang cukup untuk menopang komitmen jangka panjang?                           | Tarif retribusi & metodologi; kolektivitas retribusi; mekanisme penarikan; anggaran APBD persampahan; kapasitas fiskal & regulasi komitmen multi-years          | 4 dari 21 total                                     | KPBU (K5 kritis), APBD, tidak menentukan akses DAK namun menentukan keberlanjutan O&M pasca-konstruksi          |
| 6 | Institusional | Apakah organisasi pelaksana kompeten, memiliki SOP aktif, dan punya rekam jejak kemitraan yang mendukung investasi? | Pemisahan regulator-operator; kompetensi SDM; program kemitraan (sumber dana, lingkup, tema); SOP & mitigasi risiko; keberterimaan sosial (rekam jejak insiden) | 3 dari 21 total                                     | KPBU (K1 kritis), PHLN (ESG), CSR (K3 kemitraan), EPR (kematangan ekosistem kemitraan termasuk sektor informal) |

Beberapa catatan tentang desain pilar. Pilar Pemrosesan tidak memiliki pra-kondisi keputusan ini disengaja karena belum memiliki fasilitas pengolahan eksisting tidak berarti daerah belum siap berinvestasi. Yang menentukan bukan ada tidaknya teknologi saat ini, melainkan apakah offtaker sudah teridentifikasi dan ini ditangkap melalui Signal Routing di output, bukan sebagai gerbang yang menghentikan proses penilaian. Kondisi TPA dalam Pilar Sarana Prasarana memiliki bobot pra-kondisi karena ia adalah variabel yang berpotensi menghambat semua jalur investasi secara bersamaan jika belum terpenuhi. Pilar Finansial memiliki empat pra-kondisi karena tanpa data retribusi dan peta APBD yang memadai, seluruh analisis kapasitas fiskal menjadi sulit dilakukan. Jawaban C (kondisi optimal) pada setiap kriteria membutuhkan bukti pendukung untuk dapat dikreditkan penuh bukan untuk membebani pengisi, melainkan untuk memberikan gambaran yang lebih akurat tentang seberapa banyak klaim kematangan yang dapat diverifikasi versus yang masih berupa self-assessment.

### 3.5 Diferensiasi RIGA dari Instrumen Eksisting

RIGA bukan duplikasi SIPSAN atau WML, ia instrumen komplementer yang mengisi lapisan yang belum dijawab oleh instrumen yang ada. Memahami perbedaan ini penting agar RIGA tidak diperlakukan sebagai kewajiban pelaporan tambahan, melainkan sebagai alat yang menjawab pertanyaan berbeda dari apa yang sudah dijawab SIPSAN, WML, IKPS, maupun Adipura.

RIGA memang menanyakan sebagian data yang juga ada di SIPSN dan WML, timbulan sampah, komposisi, status dokumen perencanaan, keberadaan fasilitas. Ini disengaja dengan dua alasan. Pertama, data dasar tersebut dibutuhkan sebagai input kalkulasi atributif di Bagian 2, tonase dan komposisi bukan sekadar informasi konteks, melainkan variabel yang langsung digunakan dalam rekap ke Matriks Kesiapan Teknologi. Mengambilnya dari SIPSN via integrasi otomatis adalah opsi ideal jangka panjang; selama integrasi itu belum ada, RIGA perlu mengumpulkannya sendiri. Kedua, RIGA menanyakan data yang sama dengan cara yang berbeda, bukan sekadar berapa tonase sampah? tapi dengan metode apa angka itu diperoleh? Gradasi metodologi sampling ini adalah dimensi validasi yang belum ditanyakan SIPSN, namun cukup menentukan seberapa bisa dipercaya data yang dilaporkan. Yang dihindari RIGA adalah duplikasi tanpa nilai tambah, pertanyaan yang dijawab identik di platform lain tanpa membutuhkan pengolahan atau konteks tambahan.

**Tabel 17 Dimensi Pembeda RIGA dari Instrumen Eksisting**

| DIMENSI PEMBEDA                                     | SIPSN / KLH                                        | WML / Bappenas                                              | Adipura / KLH                                 | RIGA                                                                                        |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Pertanyaan yang dijawab</b>                      | Berapa % sampah dikelola secara nasional?          | Seberapa jauh tingkat layanan daerah di tangga WML?         | Seberapa bersih kondisi fisik tapak kota ini? | Apakah ekosistem daerah ini siap untuk investasi, dan melalui jalur mana?                   |
| <b>Orientasi output</b>                             | Dashboard agregat nasional                         | Tangga layanan per kab/kota                                 | Peringkat dan status kebersihan               | 2 lapis: Index Gabungan (kematangan ekosistem) + Signal Routing (kekuatan sinyal per jalur) |
| <b>Cakupan hilir (offtaker, pemrosesan)</b>         | Tidak — berhenti di neraca sampah masuk/keluar TPA | Terbatas — nama teknologi terpasang, tidak kesiapan oftaker | Tidak                                         | Ya — termasuk konfirmasi oftaker dan kesiapan feedstock per teknologi                       |
| <b>Validasi kualitas data</b>                       | Tidak — menerima self-reported data                | Terbatas — pilihan ceklist sumber data                      | Ya — kunjungan lapangan tim KLHK              | Ya — gradasi metodologi sampling + mekanisme bukti pendukung untuk jawaban tertinggi        |
| <b>Relevansi untuk keputusan investasi</b>          | Tidak dirancang untuk itu                          | Tidak dirancang untuk itu                                   | Tidak dirancang untuk itu                     | Dirancang khusus — output adalah sinyal jalur pengadaan per profil daerah                   |
| <b>Kapasitas fiskal &amp; multi-year commitment</b> | Tidak                                              | Terbatas                                                    | Tidak                                         | Ya — termasuk indeks kapasitas fiskal PMK No. 97/2025                                       |
| <b>Cara diisi</b>                                   | Wajib, input dinas ke platform nasional            | Voluntary, self-assessment via Google Form                  | Tim pemantau KLHK — verifikasi lapangan       | Voluntary, self-assessment mandiri oleh Pemda — tanpa konsultan                             |

### 3.6 Beban Pengisian: Estimasi Waktu dan Sumber Daya

Salah satu pertanyaan paling praktis yang perlu dijawab sebelum RIGA dapat diadopsi secara luas adalah: seberapa berat beban pengisiannya? Pertanyaan ini tidak bisa dijawab secara generic, ia sangat bergantung pada kondisi awal daerah yang mengisi.

Total entry points RIGA adalah sekitar 376, mencakup multiple choice, atributif numerik, dan check claim dokumen. Namun angka ini adalah maksimum. Dengan dampak skip logic, pertanyaan detail yang terkunci otomatis ketika fasilitas belum ada, daerah dengan kondisi terbatas efektif mengisi sekitar 200–230 entry. Dari total tersebut, sekitar 84 entry adalah check claim yang membutuhkan penyertaan dokumen atau referensi bukti, dan sekitar 180 entry adalah atributif numerik yang membutuhkan data dari sistem pencatatan internal.

Berdasarkan komposisi ini, estimasi beban pengisian dibagi ke dalam tiga profil daerah. Estimasi didasarkan pada simulasi pengisian dan analisis komposisi entry points, belum dari trial lapangan:

**Tabel 18** Estimasi Beban Pengisian per Profil Daerah

| PROFIL                         | KARAKTERISTIK                                                                                                                                    | ESTIMASI WAKTU PENGISIAN                                                       | SDM YANG PERLU DILIBATKAN                                                                                              | BOTTLENECK UTAMA                                                                        |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Profil A<br>Kapasitas Terbatas | Data dasar persampahan minim atau belum tersistem. Sebagian besar fasilitas belum terdata. Banyak entry terkunci via skip logic.                 | Pengisian: 2–3 hari kerja<br>Pengumpulan data sebelumnya: 2–3 minggu           | Staf DLH koordinator + kepala seksi teknis untuk validasi angka minimum                                                | Absennya data dasar (timbulan, komposisi) membuat banyak atributif tidak bisa diisi     |
| Profil B<br>Kapasitas Menengah | Sebagian data tersedia tapi tersebar di berbagai OPD. Fasilitas ada tapi pencatatannya tidak lengkap. Check claim membutuhkan pencarian dokumen. | Pengisian: 3–5 hari kerja<br>Koordinasi data lintas OPD: 1–2 minggu            | Staf DLH koordinator + koordinasi Bappeda (data Finansial/APBD) + pengelola fasilitas (neraca sampah Sarana Prasarana) | Koordinasi lintas OPD untuk data finansial dan atributif Sarana Prasarana               |
| Profil C<br>Kapasitas Baik     | Data sudah tersistem dan dapat diakses. Dokumen perencanaan lengkap dan tersip. Pengisian lebih lancar meski check claim tetap butuh waktu.      | Pengisian: 1–2 hari kerja<br>Verifikasi dan pengumpulan dokumen: beberapa hari | Staf DLH berpengalaman bisa mengerjakan mayoritas secara mandiri                                                       | Check claim (sekitar 84 bukti dokumen) tetap membutuhkan pencarian dan pengorganisasian |

Pilar dengan beban terberat konsisten di dua tempat: Sarana Prasarana (sekitar 153 entry termasuk 100 atributif per fasilitas per delivery model) dan check claim dokumen (sekitar 84 bukti yang tersebar di seluruh pilar). Yang menarik: beban terberat ini justru paling informatif — daerah yang mampu melengkapi keduanya dengan baik sudah menunjukkan kapasitas manajemen data yang cukup signifikan, bahkan sebelum nilai index-nya dievaluasi.

### 3.6.1 Mekanisme Kelembagaan: Siapa Mengisi

Koordinator pengisian RIGA sebaiknya adalah Bappeda atau Setda, karena data yang dibutuhkan tersebar di berbagai OPD (DLH, PUPR, Badan Keuangan Daerah, dan lainnya), dan RIGA pada dasarnya adalah instrumen kesiapan investasi lintas sektor, bukan hanya instrumen teknis persampahan. Pengisian dapat dilakukan dalam forum Pokja lintas OPD, dengan Bappeda/Setda memimpin koordinasi dan menjadi penanggung jawab akhir atas konsistensi jawaban antar pilar. DLH dan PUPR tetap menjadi sumber data teknis utama untuk pilar-pilar yang menjadi kewenangan

mereka (Sarana Prasarana, Pemrosesan, sebagian Regulasi), namun peran koordinasi dan validasi akhir berada di Bappeda/Setda. Untuk mengurangi risiko self-assessment yang bias, hasil pengisian sebaiknya mendapat validasi atau rekomendasi dari provinsi, guna memastikan data yang diisikan benar-benar mencerminkan kondisi kabupaten/kota bersangkutan.

### 3.7 Kapan RIGA Dilakukan: Triggered Assessment, Bukan Pelaporan Rutin

RIGA dirancang sebagai instrumen diagnosis, bukan instrumen monitoring rutin. Jika diisi setiap tahun seperti SIPSN atau WML, ia akan berubah menjadi beban pelaporan tambahan dan kehilangan fungsi utamanya sebagai filter kesiapan investasi. Frekuensi pengisian yang tepat bergantung pada tujuan dan konteks, bukan pada kalender.

Ada empat kondisi yang menjadi trigger tepat untuk melakukan RIGA:

- **Pertama**, ketika Pemda akan mengajukan proposal ke jalur investasi spesifik, DAK, KPBU, atau skema PLN/Hibah. Output RIGA memberikan gambaran kesiapan yang terstruktur sebelum proposal diajukan, dan membantu mengidentifikasi celah yang perlu diperbaiki agar proposal memiliki peluang lebih baik.
- **Kedua**, ketika ada investor atau development partner yang ingin menilai kesiapan daerah. Output RIGA dalam format yang dapat dibandingkan antar daerah memudahkan proses screening awal tanpa harus melakukan kunjungan lapangan ke setiap daerah.
- **Ketiga**, secara periodik dengan interval 2–3 tahun untuk memantau pergerakan sinyal investasi. Ini bukan monitoring kinerja, melainkan pemeriksaan apakah jalur yang sinyal-nya sebelumnya lemah sudah menguat setelah ada perbaikan ekosistem.
- **Keempat**, setelah perubahan kebijakan atau infrastruktur yang signifikan, misalnya setelah Perda baru tentang retribusi ditetapkan, setelah fasilitas baru dibangun dan beroperasi, atau setelah pergantian kepemimpinan daerah yang mengubah prioritas anggaran. Perubahan-perubahan ini bisa menggeser kekuatan sinyal secara substansial.

*RIGA bukan instrumen yang menilai apakah daerah sudah "lulus" atau "gagal", ia adalah peta navigasi yang menunjukkan posisi daerah saat ini dan langkah konkret apa yang paling realistis untuk dilakukan selanjutnya. Nilai terbesarnya ada bukan pada angka yang dihasilkan, melainkan pada percakapan yang dipicu antara Pemda, pemerintah pusat, dan calon investor tentang apa yang perlu diprioritaskan*

### 3.8 Analisis Rekomendatif

Index Gabungan dan Signal Routing menjawab di mana posisi daerah dan jalur mana yang paling siap, tapi keduanya berhenti di angka — belum menerjemahkan angka itu menjadi langkah konkret yang perlu diambil. Lapisan rekomendasi otomatis mengisi celah ini: ia menerjemahkan skor Index Hijau setiap aspek penilaian menjadi arah tindak lanjut, tanpa memerlukan interpretasi manual dari pembaca.

Penilaian dilakukan per kelompok kriteria, bukan per pertanyaan — 18 kelompok, masing-masing dengan satu nilai. Nilai itu dibandingkan ke satu batas yang sama untuk semua kelompok: 50%. Di bawah batas ini berarti perlu diperkuat; di atasnya berarti sudah cukup baik dan tinggal dipertahankan. Di bawah atau sama dengan 50%, sistem menampilkan template "Perlu Penguatan"; di atas 50%, template "Dipertahankan". Rumusan ini menggabungkan kondisi aktual daerah dengan arah ideal yang disintesis dari pola kematangan indikator.

**Tabel 19** Matriks Rekomendasi per Aspek Penilaian

| PILAR                             | ASPEK                                   | ≤ 50% — PERLU PENGUATAN                                                                                                     | > 50% — DIPERTAHANKAN                                     |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Regulasi &amp; Perencanaan</b> | Perencanaan sektor                      | Diperlukan penguatan perencanaan sektor melalui pembaruan RISPS/Jakstrada, bukan dokumen mati.                              | Pembaruan RISPS/Jakstrada dipertahankan.                  |
|                                   | Payung regulasi tata kelola & retribusi | Diperlukan penguatan payung regulasi tata kelola & retribusi, dari belum ada/outdated menjadi diperbarui dan ditegakkan.    | Regulasi tata kelola & retribusi terbaru dipertahankan.   |
|                                   | Partisipasi pelaporan nasional          | Diperlukan penguatan partisipasi pelaporan nasional (SIPSN/WML), dari belum pernah menjadi rutin dan mandiri.               | Partisipasi SIPSN/WML rutin & mandiri dipertahankan.      |
| <b>Pelayanan</b>                  | Cakupan & frekuensi pengumpulan         | Diperlukan penguatan cakupan & frekuensi pengumpulan, dari parsial menjadi menyeluruh dan terjadwal.                        | Cakupan pengumpulan menyeluruh & terjadwal dipertahankan. |
|                                   | Pemilahan di hulu                       | Diperlukan penguatan pemilahan di hulu, dari sampah campur menjadi terpilah sejak sumber, termasuk penanganan bulky waste.  | Pemilahan sejak sumber & bulky waste dipertahankan.       |
|                                   | Rekognisi sektor informal               | Diperlukan penguatan rekognisi sektor informal, dari tidak terdata menjadi terintegrasi dalam desain layanan.               | Integrasi sektor informal dalam layanan dipertahankan.    |
| <b>Sarana Prasarana</b>           | Rasio unit terpasang vs berfungsi       | Diperlukan penguatan rasio unit terpasang vs berfungsi — bukan hanya membangun, tetapi juga merawat dan mengoperasikan.     | Unit yang terawat & beroperasi optimal dipertahankan.     |
|                                   | Pendataan infrastruktur                 | Diperlukan penguatan pendataan infrastruktur (TPS/TPS3R/BSU/TPST/SPA), dari belum didata menjadi terdata dan terverifikasi. | Pendataan infrastruktur yang terverifikasi dipertahankan. |
|                                   | Pengelolaan TPA                         | Diperlukan penguatan pengelolaan TPA, dari open dumping menjadi pengendalian lindi & gas metan yang termonitor.             | Pengendalian lindi & gas metan termonitor dipertahankan.  |

| PILAR         | ASPEK                                           | ≤ 50% — PERLU PENGUATAN                                                                                                                 | > 50% — DIPERTAHANKAN                                       |
|---------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Pemrosesan    | Kematangan implementasi teknologi eksisting     | Diperlukan penguatan kematangan implementasi teknologi eksisting, dari belum optimal menjadi optimal dan terpantau.                     | Teknologi eksisting optimal & terpantau dipertahankan.      |
|               | Kepastian offtaker                              | Diperlukan penguatan kepastian offtaker, dari belum teridentifikasi menjadi kontrak yang terverifikasi.                                 | Kontrak offtaker yang terverifikasi dipertahankan.          |
|               | Data feedstock & neraca massa                   | Diperlukan penguatan data feedstock & neraca massa, dari estimasi menjadi terukur dan tervalidasi.                                      | Data feedstock & neraca massa tervalidasi dipertahankan.    |
| Finansial     | Struktur tarif retribusi                        | Diperlukan penguatan struktur tarif retribusi, dari belum optimal menjadi berbasis biaya riil, bukan angka lama yang tidak disesuaikan. | Tarif retribusi berbasis biaya riil dipertahankan.          |
|               | Kolektibilitas & mekanisme penarikan retribusi  | Diperlukan penguatan kolektibilitas & mekanisme penarikan retribusi, dari manual/lemah menjadi sistematis.                              | Mekanisme penarikan retribusi sistematis dipertahankan.     |
|               | Kapasitas fiskal & alokasi anggaran multi-tahun | Diperlukan penguatan kapasitas fiskal & alokasi anggaran multi-tahun, mengacu pada PMK 97/2025.                                         | Kapasitas fiskal multi-tahun (PMK 97/2025) dipertahankan.   |
| Institusional | Struktur kelembagaan                            | Diperlukan penguatan struktur kelembagaan, dari unit teknis DLH menjadi entitas otonom (mis. BLUD).                                     | Entitas otonom (mis. BLUD) dipertahankan.                   |
|               | Kompetensi & struktur SDM pengelola sampah      | Diperlukan penguatan kompetensi & struktur SDM pengelola sampah.                                                                        | Kompetensi & struktur SDM pengelola sampah dipertahankan.   |
|               | SOP, mitigasi risiko & rekam jejak kemitraan    | Diperlukan penguatan SOP, mitigasi risiko, dan rekam jejak keberterimaan sosial/kemitraan.                                              | SOP, mitigasi risiko & rekam jejak kemitraan dipertahankan. |

Dua batasan perlu dipahami saat membaca output ini. Pertama, ambang 50% masih berupa asumsi awal dari simulasi desain — belum divalidasi melalui trial lapangan (lihat 3.1 dan 3.9). Kedua, ke-18 arah ini adalah arah ideal, bukan rekomendasi berdiri sendiri yang siap dieksekusi tanpa konteks — terutama untuk aspek yang bersinggungan dengan gap OPEX yang dibahas di 3.3.3.3, di mana sinyal kebijakan kuat belum tentu mencerminkan realisasi operasional yang memadai

### 3.9 Keterbatasan yang Disadari

Beberapa hal yang penting dicatat tentang RIGA agar menghasilkan penggunaan yang tepat dan ekspektasi yang realistis.

- Pertama, **akurasi bergantung pada kejujuran pengisi. RIGA adalah self-assessment**, ia belum melakukan verifikasi lapangan. Mekanisme gradasi metodologi sampling dan bukti pendukung mengurangi risiko ini tapi belum menghilangkannya. Untuk keputusan investasi yang signifikan, cross-check dengan data SIPSN, hasil Adipura terkini, dan kunjungan lapangan singkat tetap disarankan sebelum output RIGA dijadikan dasar.
- Kedua, **output RIGA adalah rekomendasi arah, bukan keputusan final**. Index Gabungan dan Signal Routing menghasilkan indikasi, bukan keputusan investasi. Dua daerah dengan output yang sama bisa memiliki kondisi lokal yang sangat berbeda dan belum tertangkap oleh instrumen ini. Konteks lokal, negosiasi politik, dan kondisi spesifik proyek tetap perlu dipertimbangkan.
- Ketiga, **proxy untuk jalur CSR menggunakan rekam jejak kemitraan yang ada di Pilar Institusional** sebagai pengganti indikator langsung keberadaan korporasi berkewajiban CSR di wilayah. Akurasi proxy ini lebih rendah dan perlu diverifikasi manual terhadap lanskap korporasi aktual sebelum digunakan sebagai dasar perencanaan.
- Keempat, **Plastic Credit tidak dioperasionalkan sebagai indikator formal** karena belum ada regulasi payung dari pemerintah Indonesia. Potensinya sebagai revenue stream yang memperkuat ekosistem daur ulang tetap nyata, namun tanpa kerangka verifikasi publik yang mengikat, ia rentan terhadap klaim yang sulit diverifikasi. Eksplorasi Plastic Credit perlu dilakukan dalam kerangka perjanjian bilateral yang ketat.
- Kelima, **parameter kalkulator teknologi di Matriks Kesiapan Teknologi (Bab 4) bersifat generik**. Angka estimasi CAPEX dan OPEX menggunakan parameter referensi yang bervariasi signifikan tergantung teknologi provider, kondisi lahan, dan negosiasi kontrak spesifik. Estimasi ini berguna untuk orientasi *order-of-magnitude*, bukan untuk justifikasi anggaran.
- Keenam, **RIGA belum melewati trial lapangan formal**. Framework sudah terdefinisi dan prototipe sudah dibangun untuk keperluan evaluasi Bappenas/UNDP, tapi validasi empiris terhadap akurasi threshold, beban pengisian aktual, dan relevansi indikator per konteks daerah masih perlu dilakukan sebelum instrumen ini siap untuk penggunaan mandiri skala luas. Jalan menuju kesiapan itu sebaiknya bukan satu putaran trial-lalu-final, melainkan beberapa putaran: trial awal pada sejumlah kecil daerah dengan profil kapasitas berbeda (lihat Tabel 18), diikuti penyisiran ulang indikator yang terbukti kurang membedakan kondisi antar-daerah atau terlalu bergantung pada data yang jarang tersedia, penguatan analisis pada dimensi yang teridentifikasi lemah selama trial (termasuk gap OPEX di 3.3.3.3), dan penyempurnaan panduan pengisian (Lampiran 2) berdasarkan kesulitan nyata yang ditemui pengisi. Setiap putaran menyempurnakan putaran berikutnya — bukan proses linear yang selesai dalam satu siklus.

*Kekuatan RIGA ada bukan pada akurasi yang tidak bisa dicapai tanpa verifikasi lapangan — melainkan pada kemampuannya memberikan gambaran yang terstruktur dan comparable antar daerah, dengan beban pengisian yang realistis, dalam waktu yang jauh lebih singkat dari studi formal. Ini yang membuatnya berguna sebagai investment gate — bukan sebagai pengganti studi kelayakan.*



Kementerian PPN/  
Bappenas



# BAB IV

## MATRIKS KESIAPAN TEKNOLOGI

### PENGOLAHAN SAMPAH



Supported by:



based on a decision of  
the German Bundestag

## 4 MATRIKS KESIAPAN TEKNOLOGI PENGOLAHAN SAMPAH

---

### 4.1 Posisi Bab Ini dalam Kerangka Laporan

RIGA bekerja pada level ekosistem: ia menilai apakah suatu daerah memiliki fondasi governance, fiskal, dan kelembagaan yang cukup untuk melanjutkan ke tahap investasi infrastruktur. Yang dihasilkan RIGA bukan rekomendasi teknologi, melainkan sinyal kesiapan. Bab ini mengambil sinyal tersebut sebagai titik masuk ke pertanyaan yang berbeda: teknologi pengolahan mana yang relevan untuk dipertimbangkan, mengingat profil daerah yang telah dinilai?

Perpindahan ini bukan sekadar teknis, ada pergeseran logika yang perlu disadari: dari menilai kapasitas sistem menuju mengorientasikan keputusan proyek. RIGA bisa bekerja dengan data proksi dan indikator tidak langsung. Orientasi teknologi di bab ini membutuhkan data yang lebih keras: timbulan terverifikasi, komposisi aktual, status lahan yang definitif, offtaker yang terkonfirmasi. Ini mengapa data atributif rekap dari enam pilar RIGA menjadi input, bukan jawaban. Daerah dengan skor RIGA kuat namun data timbulan yang lemah tetap belum bisa diorientasikan ke teknologi tertentu dengan andal. Sebaliknya, daerah dengan data teknis solid namun governance yang rapuh akan menghadapi masalah keberlanjutan operasional bukan masalah pemilihan teknologi.

Dua catatan cakupan yang perlu ditegaskan sejak awal:

- Pertama, pengelolaan berbasis komunitas skala rumah tangga, termasuk pengomposan sederhana, tidak masuk dalam matriks ini. Bukan karena tidak penting, melainkan karena karakternya berbeda: ia adalah instrumen demand reduction yang mengurangi beban tonase masuk ke fasilitas, komplementer bagi teknologi-teknologi berikut, bukan kompetitornya. Satu pengecualian dibahas eksplisit dalam sub-bab 4.4 untuk tipologi remote/kepulauan.
- Kedua, matriks ini bersifat orientatif, bukan konklusif. Ia mengarahkan pertimbangan awal, bukan menggantikan Studi Pendahuluan, Pre-FS, atau Feasibility Study formal.

### 4.2 Arsitektur Matriks: Enam Aspek sebagai Filter Berlapis

Matriks teknologi dalam bab ini dibangun di atas enam aspek, bukan inventarisasi lengkap semua hal yang relevan, melainkan seleksi aspek-aspek yang bersifat eliminatif jika tidak terpenuhi. Setiap aspek memiliki threshold di mana teknologi tertentu gugur dari pertimbangan, bukan sekadar mendapat nilai rendah.

1. **Feedstock dan Kualitas Input** — Tanpa data timbulan dan komposisi yang terverifikasi, tidak ada teknologi yang bisa diorientasikan dengan andal. Ini aspek paling fundamental sekaligus paling sering diremehkan.
2. **Lahan dan Infrastruktur** — Status lahan yang tidak definitif adalah penghambat terbesar dalam pipeline proyek persampahan Indonesia, sebagaimana tercermin dalam pengalaman masa lalu dimana lebih dari 100 MoU tidak terealisasi di Jakarta (*Kajian Komparatif Opsi Teknologi Pengolahan Sampah, SIPA-UNDP-Bappenas 2025*).
3. **Kapasitas dan Skala Operasi** — Setiap teknologi memiliki batas bawah tonase di mana ia tidak lagi ekonomis. Melanggar threshold ini bukan hanya inefisiensi — ia mengubah proyek menjadi beban fiskal jangka panjang.
4. **Offtaker dan Pasar Produk** — Teknologi pengolahan menghasilkan produk: kompos, RDF, biogas, listrik, larva. Tanpa oftaker yang terkonfirmasi, produk tersebut menjadi limbah baru.

Aspek ini sering diabaikan pada tahap perencanaan dan baru menjadi masalah setelah fasilitas beroperasi.

5. **Fiskal dan Pembiayaan** — Bukan hanya CAPEX, melainkan juga kepastian OPEX jangka panjang. Banyak fasilitas yang berhasil dibangun kemudian berhenti beroperasi karena tidak ada kepastian anggaran O&M.
6. **Kelembagaan dan Provider** — Rekam jejak vendor dan kesiapan ekosistem purna jual menentukan apakah teknologi akan berfungsi setelah *commissioning*, atau hanya berfungsi selama masa garansi.

Keenam aspek ini tidak bekerja secara parallel, mereka bekerja sebagai **filter berlapis**. Logikanya: teknologi yang tidak memenuhi threshold feedstock tidak perlu dievaluasi dari sisi fiskal. Teknologi tanpa offtaker yang terkonfirmasi tidak layak masuk skema pembiayaan jangka panjang. Melompati urutan ini bukan efisiensi, ia memindahkan masalah ke fase yang lebih mahal untuk dikoreksi.

Risiko dari arsitektur ini perlu juga diakui: filter berlapis berarti sebagian besar daerah akan gugur di aspek awal, bukan karena teknologinya tidak sesuai, melainkan karena datanya belum cukup. Ini bukan kegagalan matriks; ini informasi yang berharga. Daerah yang gugur di aspek feedstock tahu persis apa yang harus diperkuat sebelum kembali ke meja orientasi teknologi.

**Tabel 20** Peta Relevansi Kriteria per Teknologi Pengolahan

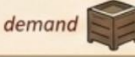
| No                | Aspek             | Kriteria                                   | AD | OWC | IVC | BSF | MT | MBT | WtE Inc | WtE Gas | Mengapa kritis / catatan eliminatif                                  |
|-------------------|-------------------|--------------------------------------------|----|-----|-----|-----|----|-----|---------|---------|----------------------------------------------------------------------|
| FEEDSTOCK         |                   |                                            |    |     |     |     |    |     |         |         |                                                                      |
| 1                 | Kuantitas & Skala | Data timbunan terverifikasi                | ⊙  | ⊙   | ⊙   | ⊙   | ⊙  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | Tanpa data ini tidak ada teknologi yang bisa diorientasikan          |
| 2                 |                   | Proyeksi timbunan 10–20 tahun              | ✓  | ✓   | ✓   | ✓   | ✓  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | Kritis untuk WtE/MBT karena skala investasi dan masa konsesi panjang |
| 3                 | Komposisi         | Fraksi organik dominan (>50%)              | ⊙  | ⊙   | ⊙   | ⊙   | —  | ✓   | ✓       | ✓       | AD/OWC/IVC/BSF gugur jika fraksi organik rendah                      |
| 4                 |                   | Data komposisi fisik terverifikasi         | ⊙  | ⊙   | ⊙   | ⊙   | ⊙  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | Estimasi makro tidak cukup untuk orientasi teknologi                 |
| 5                 | Karakteristik     | Data kadar air (moisture content)          | ⊙  | ⊙   | ⊙   | ⊙   | ✓  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | Rentang kadar air menentukan pre-treatment yang diperlukan           |
| 6                 |                   | Data nilai kalor (LCV/LHV)                 | —  | —   | —   | —   | ⊙  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | Tidak relevan untuk biologis; kritis untuk RDF dan WtE               |
| 7                 | Kualitas Input    | Tingkat pemilahan di sumber                | ⊙  | ⊙   | ⊙   | ⊙   | ✓  | ✓   | ✓       | ✓       | Biologis lebih sensitif terhadap kontaminan anorganik                |
| 8                 |                   | Risiko kontaminasi B3/medis                | ⊙  | ⊙   | ⊙   | ⊙   | ✓  | ✓   | ⊙       | ⊙       | B3 tidak tersegregasi dapat membatalkan seluruh orientasi            |
| LAHAN             |                   |                                            |    |     |     |     |    |     |         |         |                                                                      |
| 9                 | Ketersediaan      | Status fisik lahan                         | ⊙  | ⊙   | ⊙   | ⊙   | ⊙  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | Lahan belum definitif = proyek belum bisa dimulai                    |
| 10                |                   | Status hukum kepemilikan                   | ⊙  | ⊙   | ⊙   | ⊙   | ⊙  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | Sengketa lahan adalah penyebab utama proyek mangkrak                 |
| 11                | Kesesuaian        | Kesesuaian RTRW/RDTR                       | ⊙  | ⊙   | ⊙   | ⊙   | ⊙  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | Zona tidak sesuai = perizinan lingkungan terblokir                   |
| 12                |                   | Buffer zone dari permukiman                | ✓  | ⊙   | ✓   | ✓   | ✓  | ✓   | ⊙       | ⊙       | WtE dan OWC skala besar paling sensitif terhadap jarak sosial        |
| KAPASITAS & SKALA |                   |                                            |    |     |     |     |    |     |         |         |                                                                      |
| 13                | Skala Operasi     | Kesesuaian tonase dengan kapasitas minimum | ⊙  | ⊙   | ⊙   | ⊙   | ⊙  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | Di bawah minimum = unit cost tidak ekonomis                          |
| 14                |                   | Ketersediaan listrik stabil                | ✓  | ✓   | ⊙   | ✓   | ⊙  | ⊙   | —       | —       | WtE self-generating; IVC/MT/MBT tidak toleran gangguan Listrik       |
| 15                |                   | Akses jalan dan logistik armada            | ✓  | ⊙   | ✓   | ✓   | ⊙  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | OWC dan WtE membutuhkan volume armada besar dan kontinu              |
| OFFTAKER & PASAR  |                   |                                            |    |     |     |     |    |     |         |         |                                                                      |

| No                     | Aspek              | Kriteria                                 | AD | OWC | IVC | BSF | MT | MBT | WtE Inc | WtE Gas | Mengapa kritis / catatan eliminatif                             |
|------------------------|--------------------|------------------------------------------|----|-----|-----|-----|----|-----|---------|---------|-----------------------------------------------------------------|
| 16                     | Kepastian Offtaker | Identifikasi calon offtaker produk utama | ⊙  | ⊙   | ⊙   | ⊙   | ⊙  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | Tanpa offtaker, produk menjadi limbah baru                      |
| 17                     |                    | Status komitmen offtaker                 | ✓  | ✓   | ✓   | ✓   | ⊙  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | RDF/WtE butuh kontrak take-or-pay; kompos lebih fleksibel       |
| 18                     |                    | Jarak offtaker dari fasilitas            | ✓  | —   | —   | ✓   | ⊙  | ⊙   | —       | —       | RDF: rekomendasi radius <100 km; BSF: pasar pakan lokal         |
| FISKAL & PEMBIAYAAN    |                    |                                          |    |     |     |     |    |     |         |         |                                                                 |
| 19                     | Anggaran           | Ketersediaan plafon investasi (CAPEX)    | ⊙  | ⊙   | ⊙   | ⊙   | ⊙  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | CAPEX WtE 10–40× lebih tinggi dari biologis per tpd             |
| 20                     |                    | Kepastian sumber pendanaan O&M (OPEX)    | ⊙  | ⊙   | ⊙   | ⊙   | ⊙  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | Fasilitas terbangun tanpa OPEX pasti = beban fiskal tak terduga |
| KELEMBAGAAN & PROVIDER |                    |                                          |    |     |     |     |    |     |         |         |                                                                 |
| 21                     | Provider           | Rekam jejak dan kesiapan vendor lokal    | ✓  | ✓   | ✓   | ✓   | ⊙  | ⊙   | ⊙       | ⊙       | MT/MBT/WtE: vendor tanpa track record Indonesia = risiko tinggi |

Keterangan: ⊙ Kritis — threshold wajib dipenuhi, kegagalan bersifat eliminatif; ✓ Berlaku — perlu diverifikasi namun tidak eliminatif; — Tidak Berlaku.

### 4.3 Profil Teknologi: Threshold Kritis

Bagian ini menyajikan parameter teknis minimum dan maksimum untuk delapan teknologi pengolahan dalam format komparatif. Tujuannya bukan mendokumentasikan spesifikasi teknis secara lengkap, melainkan mengidentifikasi *threshold* di mana sebuah teknologi menjadi layak atau gugur dari pertimbangan berdasarkan kondisi daerah.

| Skala tonase                                                                                                                                 | Offtaker (per produk)                                                                                                                              | Teknologi viable                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mikro &lt;10 tpd</b><br>rural / komunal / kepulauan<br>  | <b>Offtaker kompos</b><br>pasar lokal / kebun warga<br>          | <b>OWC skala kecil, Compost Bin *</b><br>                            |
|                                                                                                                                              | <b>Offtaker larva/pakan</b><br>peternak / pembudidaya ikan<br>   | <b>BSF skala komunal</b><br>pasar pakan lokal cukup<br>              |
|                                                                                                                                              | <b>Tanpa oftaker</b><br>tidak ada pasar apapun<br>               | <b>Compost Bin saja *</b><br>demand reduction, bukan investasi<br>   |
| * Compost Bin: instrumen demand reduction, bukan objek investment assessment — tidak termasuk matriks infrastruktur formal                   |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                         |
| <b>Kecil 10–50 tpd</b><br>kota kecil / kabupaten<br>        | <b>Offtaker kompos</b><br>pertanian / hortikultura<br>           | <b>OWC</b><br>± AD di batas atas (40–50 tpd)<br>                     |
|                                                                                                                                              | <b>Offtaker larva/pakan</b><br>industri pakan / perikanan<br>    | <b>BSF</b><br>pasar pakan lokal wajib terkonfirmasi<br>              |
|                                                                                                                                              | <b>Tanpa oftaker terkonfirmasi</b><br>                           | <b>Compost Bin saja *</b><br>demand reduction, bukan investasi<br>   |
| <b>Menengah 50–200 tpd</b><br>kota sedang / kabupaten<br> | <b>Offtaker kompos/biogas</b><br>pertanian / energi on-site<br> | <b>AD, IVC, OWC</b><br>BSF jika ada pasar pakan<br>                 |
|                                                                                                                                              | <b>Offtaker RDF/SRF</b><br>kiln semen / PLTU<br>               | <b>MT, MBT</b><br>kontrak take-or-pay wajib<br>                    |
|                                                                                                                                              | <b>Tanpa oftaker RDF/SRF</b><br>tidak ada kontrak<br>          | <b>Biologis saja</b><br>MT/MBT berisiko tinggi<br>                 |
| <b>Besar 200–1000+ tpd</b><br>metropolitan / regional<br> | <b>Offtaker RDF/SRF</b><br>kiln semen / PLTU<br>              | <b>MT, MBT</b><br>paralel atau sebelum WtE siap<br>                |
|                                                                                                                                              | <b>PPA energi PLN</b><br>terkonfirmasi ≥1.000 tpd<br>         | <b>WtE incineration, WtE gasifikasi</b><br>primer di skala ini<br> |
|                                                                                                                                              | <b>Tanpa PPA / &lt;1.000 tpd</b><br>                           | <b>MBT + MT</b><br>WtE: risiko stranded asset<br>                  |

Gambar 4 Filter Pemilihan Teknologi

Tabel berikut memuat threshold operasional dan finansial komparatif dan standar kualitas produk dan persyaratan kepatuhan regulasi. Threshold teknis menentukan apakah teknologi bisa beroperasi, standar produk menentukan apakah outputnya bisa diserap pasar.

**Tabel 21** Threshold Kritis Komparasi 8 Teknologi Pengolahan

| Parameter                             | AD                   | OWC     | IVC      | BSF                     | MT                              | MBT             | WtE Inc                           | WtE Gas                     |
|---------------------------------------|----------------------|---------|----------|-------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Kapasitas minimum (tpd)               | 10                   | 1       | 30       | 1                       | 20                              | 150             | 100 (ekonomis: 700–1.000)         | 240                         |
| Kapasitas maksimum (tpd)              | 200                  | 85      | 100      | 50                      | 1.000                           | 850             | 3.000                             | 1.000                       |
| Kadar air feedstock                   | Basah, perlu slurry  | 50–60%  | 50–60%   | Segar, tinggi kadar air | Output RDF <20% (SNI 9313:2024) | Output RDF <20% | -                                 | -                           |
| Nilai kalor minimum (LCV)             | Tidak dipersyaratkan |         |          |                         | >3.000 kcal/kg (RDF semen)      | >3.000 kcal/kg  | ≥7.000 kJ/kg (batas bawah ≥6.000) | ≥6.285 kJ/kg, volatile ≥30% |
| Kebutuhan lahan (m <sup>2</sup> /tpd) | 30–90                | 165–500 | 35–265   | 150–250                 | 50–240                          | 60–250          | 35–100                            | 30–70                       |
| Buffer zone minimum                   | 500 m                | 500 m   | 500 m    | 500 m                   | 500 m                           | 500 m           | 500 m                             | 500 m                       |
| Kebutuhan listrik (kVA/tpd)           | 0,5–1                | 0,2–0,5 | 1–2      | 0,1–0,3                 | 4–8                             | 2–4             | Self-generating                   | Self-generating             |
| CAPEX (Rp juta/tpd)                   | 150–550              | 100–600 | 250–800  | 200–900                 | 290–850                         | 400–660         | 1.000–6.400                       | 700–5.500                   |
| OPEX (Rp ribu/ton)                    | 280–1.600            | 90–500  | 300–800  | 20–350                  | 125–640                         | 180–1.200       | 450–2.100                         | 600–2.500                   |
| Kompleksitas SDM                      | Menengah             | Rendah  | Menengah | Rendah                  | Menengah                        | Tinggi          | Tinggi                            | Tinggi                      |
| Produk utama                          | Biogas, digestat     | Kompos  | Kompos   | Larva, kasgot           | RDF, material daur ulang        | RDF, CLO        | Listrik, bottom ash               | Syngas, listrik             |

| Parameter                         | AD                   | OWC                    | IVC                    | BSF               | MT                                   | MBT                                    | WtE Inc                                 | WtE Gas                                                  |
|-----------------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|-------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <b>Residu yang perlu dikelola</b> | Digestat cair (IPAL) | Residu anorganik (TPA) | Residu anorganik (TPA) | Frass/kasgot sisa | CLO, residu sortir                   | CLO, residu sortir                     | Fly ash & bottom ash (B3)               | Tar, fly ash (B3)                                        |
| <b>Durasi siklus proses</b>       | 6 minggu             | 6–8 minggu             | 4 minggu               | 2–3 minggu        | Jam hingga beberapa hari (mekanikal) | 3–6 minggu total (biologis menentukan) | Hitungan jam / <1 hari (proses kontinu) | Jam hingga beberapa hari (gasifikasi batch/semi-kontinu) |

Catatan:

CLO: Compost Like Output.

CAPEX dan OPEX bersifat indikatif — sangat bervariasi bergantung kondisi lokal, spesifikasi vendor, dan skala. Angka ini dimaksudkan sebagai orientasi awal, bukan basis penganggaran. Parameter aktual wajib diverifikasi dalam Studi Pendahuluan.

#### 4.3.1 Pengolahan Biologis: AD, OWC, IVC, BSF

Keempat teknologi ini berbagi satu prasyarat fundamental: fraksi organik yang dominan dan relatif bersih. Kontaminasi anorganik bukan sekadar menurunkan kualitas produk, ia dapat menghentikan proses biologis sepenuhnya. Kualitas pemilahan di sumber menjadi variabel paling menentukan bagi kelayakan seluruh kelompok teknologi ini.

Perbedaan kritis di antara keempat teknologi terletak pada toleransi skala dan kompleksitas operasional. AD cocok untuk daerah dengan pasokan organik segar yang stabil, pasar, hotel, rumah makan, bukan untuk sampah campuran; gangguan pada rasio C/N atau kontaminasi bahan kimia dapat membunuh kultur bakteri dan membutuhkan waktu berminggu-minggu untuk pemulihan. OWC paling sederhana secara operasional namun paling boros lahan (165–500 m<sup>2</sup>/tpd), tidak realistis di kawasan padat, dan sangat bergantung pada jaringan distribusi ke sektor pertanian. IVC mengatasi keterbatasan lahan OWC dengan proses tertutup, namun dengan konsekuensi kebutuhan listrik yang lebih tinggi (1–2 kVA/tpd) dan risiko operasional di daerah dengan kelistrikan tidak stabil. BSF memiliki OPEX terendah dari semua teknologi (Rp 20–350 ribu/ton) namun sangat bergantung pada ekosistem pasar lokal untuk produk larva dan kasgot, tanpa industri pakan ternak atau perikanan dalam radius terjangkau, produknya cenderung tidak terserap.

#### 4.3.2 Mechanical Treatment (MT/MRF)

MT memilah dan memproses sampah campuran menjadi fraksi yang bernilai, RDF untuk industri dan material terpilah untuk daur ulang. Threshold kritis MT bukan pada komposisi organik, melainkan pada nilai kalor output RDF yang harus memenuhi SNI 9313:2024 (>3.000 kcal/kg untuk kiln semen) atau SNI 8966:2021 untuk PLTU. Kebutuhan listrik yang tinggi (4–8 kVA/tpd) menjadikan MT kurang cocok untuk daerah dengan infrastruktur kelistrikan lemah. Keunggulannya: MT adalah satu-satunya teknologi yang dapat menerima sampah campuran tanpa pre-sorting intensif di sumber, relevan di daerah di mana sistem pemilahan rumah tangga belum berjalan.

#### 4.3.3 Mechanical Biological Treatment (MBT)

MBT menggabungkan MT dan pengolahan biologis dalam satu sistem terintegrasi fleksibilitas feedstock tertinggi, namun dengan konsekuensi kompleksitas operasional tertinggi, kebutuhan SDM terspesialisasi, dan CAPEX yang signifikan. Threshold minimum 150 tpd menjadikannya tidak applicable untuk kota kecil. Ia dirancang untuk volume besar yang heterogen metropolitan atau regional di mana tidak ada teknologi tunggal yang dapat menangani seluruh aliran sampah secara efisien. Satu isu yang kerap kurang eksplisit: "jalur biologis" dalam MBT bukan pilihan tunggal. Tiga varian yang umum diimplementasikan adalah: MBT-RDF/SRF via biodrying, fraksi organik dikeringkan untuk menaikkan nilai kalor, outputnya RDF/SRF ke offtaker industri; MBT-Composting via aerobik, fraksi organik diproses menjadi kompos atau CLO, dengan offtaker sektor pertanian sebagai prasyarat komersialisasi; dan MBT-AD via anaerobik, fraksi organik diolah dalam digester untuk menghasilkan biogas dan digestat, dengan tambahan kompleksitas manajemen cairan. Pemilihan jalur ini menentukan siapa offtakernya, standar kualitas produk mana yang berlaku, dan di mana titik kritis kegagalan operasional paling mungkin terjadi.

Satu isu operasional yang perlu diantisipasi sejak desain: penanganan Compost-Like Output (CLO), residu biologis yang tidak memenuhi standar kompos SNI. CLO tidak bisa dijual sebagai kompos dan menumpuk jika belum ada skema penanganan yang disiapkan. Ini risiko yang harus masuk dalam perencanaan sejak tahap Pre-FS.

*\*Sebagai ilustrasi kebutuhan SDM: skala setara Cilacap membutuhkan sekitar 3 manajer dan 29 staf operasional; skala setara Bantargebang membutuhkan 4 manajemen dan 320 staf. Rentang ini mencerminkan bukan hanya perbedaan tonase, melainkan kompleksitas sistem yang tidak linier terhadap kapasitas.*

#### 4.3.4 Thermal WtE: Incineration dan Gasifikasi

Kedua teknologi ini berbagi karakteristik yang membedakannya dari semua teknologi lain: skala investasi yang tidak ada komprominya. CAPEX WtE Incineration berkisar Rp 1–6,4 miliar per tpd — 10 hingga 40 kali lebih tinggi dari teknologi biologis.

WtE Incineration memiliki threshold keekonomian di 700–1.000 tpd. Perpres 109/2025 menetapkan skema PPA khusus WtE hanya berlaku untuk fasilitas dengan kapasitas minimal 1.000 tpd — fasilitas di bawah threshold ini harus mengandalkan skema tarif PLN reguler yang lebih rendah tanpa jaminan kontrak 30 tahun. Untuk sebagian besar kabupaten/kota di Indonesia, skema regional atau aglomerasi menjadi satu-satunya jalur yang viable untuk mengakses insentif Perpres 109/2025. Keunggulan yang kerap kurang diperhitungkan: kemampuan menerima sampah dengan LCV  $\geq 7.000$  kJ/kg tanpa pre-sorting intensif, menghasilkan listrik yang dapat dijual ke PLN melalui PPA tarif USD 0,20/kWh selama 30 tahun, dan mereduksi volume sampah hingga 90%. Dua beban regulasi yang tidak bisa dihindari: penanganan fly ash dan bottom ash sebagai limbah B3 (PP 22/2021, PermenLHK 6/2021) dan kewajiban pemasangan CEMS real-time yang terhubung ke KLHK (PermenLHK 13/2021).

WtE Gasifikasi menawarkan fleksibilitas lebih tinggi dan dapat beroperasi pada skala lebih kecil, namun statusnya sebagai teknologi emerging untuk raw MSW perlu digarisbawahi, instalasi skala komersial yang beroperasi stabil dengan feedstock sampah kota campuran masih sangat terbatas secara global. Kasus plasma gasifikasi di Pune, India (2021–2024) memberikan ilustrasi yang relevan: proyek tersebut menghadapi kegagalan operasional berulang akibat kandungan tar yang tidak terkendali dari raw MSW campuran, kesulitan menjaga kestabilan syngas pada kadar air feedstock yang bervariasi, dan ketidaksiapan ekosistem purna jual, dan akhirnya tidak mencapai kapasitas desain maupun memenuhi kontrak offtaker energinya. Ini bukan argumen untuk mengeliminasi Gasifikasi dari pertimbangan, melainkan argumen bahwa orientasi ke WtE Gasifikasi memerlukan due diligence vendor yang jauh lebih ketat dibanding teknologi lain dalam matriks ini, termasuk verifikasi lapangan ke instalasi referensi yang beroperasi dengan feedstock MSW campuran.

**Tabel 22** Standar Kualitas Produk dan Persyaratan Kepatuhan Regulasi per Teknologi

| Teknologi | Produk Utama                 | Standar/Regulasi Wajib                        | Parameter Kritis                                              | Konsekuensi                                        |
|-----------|------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| AD        | Biogas, digestat/ pupuk cair | — (standar biogas belum spesifik untuk MSW)   | Kadar CH <sub>4</sub> , tekanan gas, pH reaktor               | Produk tidak dapat dimanfaatkan secara komersial   |
| OWC       | Kompos                       | SNI 19-7030-2004                              | C/N ratio, kadar air $\leq 50\%$ , bebas patogen, logam berat | Produk tidak bisa dipasarkan sebagai pupuk organik |
| IVC       | Kompos                       | SNI 19-7030-2004                              | Sama dengan OWC                                               | Sama dengan OWC                                    |
| BSF       | Larva, kasgot/ pupuk         | SNI 8173:2015 (larva), SNI 7763:2024 (kasgot) | Bebas toksin dan logam berat                                  | Produk tidak memenuhi syarat pakan ternak/ikan     |

| Teknologi | Produk Utama       | Standar/Regulasi Wajib                                | Parameter Kritis                                       | Konsekuensi                                      |
|-----------|--------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| MT        | RDF                | SNI 9313:2024 (semen), SNI 8966:2021 (PLTU)           | Ukuran <5 cm, kadar air <20%, LHV >3.000 kcal/kg       | Ditolak offtaker, kontrak take-or-pay bermasalah |
| MBT       | RDF, CLO           | SNI 9313:2024, SNI 8966:2021                          | Sama dengan MT + penanganan CLO                        | CLO menumpuk tanpa skema pembuangan              |
| WtE Inc   | Listrik            | PermenLHK P.70/2016 (emisi), PermenLHK 13/2021 (CEMS) | Emisi dioksin/furan, NOx, SO <sub>2</sub> , partikulat | Sanksi operasional, pencabutan izin lingkungan   |
| WtE Inc   | Fly ash/bottom ash | PP 22/2021, PermenLHK 6/2021                          | Pengelolaan B3 wajib manifes                           | Tuntutan hukum pidana lingkungan                 |
| WtE Gas   | Syngas, listrik    | PermenLHK P.70/2016                                   | LCV syngas, tar content                                | Konversi energi tidak efisien, kerusakan mesin   |

#### 4.4 Pemilihan Teknologi Berbasis Profil Daerah

Sub-bab sebelumnya bekerja pada level teknologi, menjelaskan apa yang dibutuhkan agar sebuah teknologi dapat beroperasi. Sub-bab ini bergerak ke arah sebaliknya: profil daerah sebagai titik masuk, bukan teknologi

*Pertanyaannya bukan "apa syarat WtE?"*

*melainkan "daerah dengan profil seperti ini, teknologi apa yang relevan dipertimbangkan?"*

Dua tabel disajikan dengan fungsi yang berbeda. Tabel 22 memetakan kesesuaian berdasarkan tipologi kota, pendekatan struktural yang relatif stabil. Tabel 23 memetakan kesesuaian berdasarkan tiga dimensi profil RIGA yang lebih dinamis: tonase efektif, karakteristik dominan sampah, dan status konfirmasi offtaker. Keduanya dibaca bersama untuk orientasi yang lebih terkalibrasi. Satu framing yang perlu ditegaskan: matriks ini tidak membedakan sistem terpusat dan terdesentralisasi secara kaku, keduanya menjawab pertanyaan yang berbeda dan banyak daerah di Indonesia justru membutuhkan kombinasi keduanya: fasilitas terpusat untuk sampah residual volume besar, dikombinasikan dengan node terdesentralisasi di tingkat kecamatan untuk pengolahan organik dan pemilahan awal.

**Tabel 23** Kesesuaian Teknologi Berdasarkan Tipologi Kota

| Tipologi                                                           | AD | OWC | IVC | BSF | MT | MBT | WtE Inc | WtE Gas | Catatan Kunci                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|-----|----|-----|---------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Metropolitan padat (&gt;1 juta jiwa, kepadatan tinggi)</b>      | ✓  | X   | ✓   | ✓   | ✓  | ✓   | ✓       | ✓       | OWC gugur karena kebutuhan lahan tidak realistis di kawasan padat. WtE layak jika tonase >700 tpd                                             |
| <b>Kota besar/ menengah (200rb–1 juta jiwa)</b>                    | ✓  | ✓   | ✓   | ✓   | ✓  | ✓   | △       | △       | WtE kondisional — hanya viable jika ada skema aglomerasi dengan daerah sekitar                                                                |
| <b>Kota kecil (50rb–200rb jiwa)</b>                                | X  | ✓   | X   | ✓   | X  | X   | X       | X       | AD gugur (tonase tidak cukup untuk efisiensi reaktor). MT gugur (minimum 20 tpd sulit dipenuhi mandiri). IVC dan MBT jauh di atas threshold   |
| <b>Rural/ perdesaan (&lt;50rb jiwa, tersebar)</b>                  | X  | ✓   | X   | ✓   | X  | X   | X       | X       | Hanya OWC dan BSF skala kecil yang applicable. Fokus utama: pengurangan di sumber dan pengomposan komunal                                     |
| <b>Remote/ kepulauan</b>                                           | X  | △   | X   | △   | X  | X   | X       | X       | Tidak ada teknologi infrastruktur dalam matriks ini yang applicable secara investasi formal. Lihat catatan khusus di bawah tabel              |
| <b>Regional/ aglomerasi (lintas daerah, &gt;1.000 tpd agregat)</b> | ✓  | ✓   | ✓   | ✓   | ✓  | ✓   | ✓       | ✓       | Semua teknologi potensial applicable. WtE menjadi primer yang paling rasional pada skala ini. Membutuhkan kelembagaan lintas daerah yang kuat |

*Keterangan: ✓ Sesuai; △ Kondisional — membutuhkan enabler spesifik; X Tidak sesuai pada tipologi ini.*

**Catatan khusus tipologi remote/kepulauan:** Tidak ada teknologi dalam matriks ini yang applicable untuk investasi infrastruktur formal pada tipologi ini. Pengelolaan berbasis komunitas termasuk pengomposan sederhana skala rumah tangga merupakan opsi paling realistis. Perhatian khusus diperlukan terhadap maraknya praktik pembakaran terbuka dan penggunaan tungku komunal non-standar yang berpotensi menimbulkan dampak serius pada kesehatan masyarakat dan kualitas udara. Diperlukan kebijakan afirmatif tersendiri: regulasi minimal tungku komunal, penguatan kapasitas pengelolaan lokal, dan program pengurangan sampah di sumber sebagai prioritas utama, bukan investasi infrastruktur pengolahan skala fasilitas.

Berikut merupakan matriks pemilihan teknologi berbasis profil RIGA. Tabel ini bekerja pada tiga dimensi secara bersamaan: tonase efektif yang masuk sistem, karakteristik dominan sampah, dan status konfirmasi offtaker. Kombinasi ketiganya menghasilkan rekomendasi teknologi primer dan alternatif.

**Tabel 24** Matriks Pemilihan Berbasis Profil RIGA

| Tonase Efektif                    | Karakteristik Dominan       | Status Offtaker                     | Teknologi Primer     | Teknologi Alternatif | Catatan                                                                             |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Mikro (&lt;10 tpd)</b>         | Organik tinggi (>60%)       | Belum terkonfirmasi                 | OWC                  | BSF                  | Skala komunal. Tidak ada teknologi infrastruktur formal yang viable                 |
| <b>Mikro (&lt;10 tpd)</b>         | Campuran                    | Belum terkonfirmasi                 | OWC                  | —                    | Kapasitas terlalu kecil untuk teknologi apapun selain pengomposan sederhana         |
| <b>Kecil (10–50 tpd)</b>          | Organik tinggi (>60%)       | Kompos: ada calon offtaker          | OWC                  | BSF, AD              | AD mulai viable di batas atas. BSF cocok jika ada pasar pakan lokal                 |
| <b>Kecil (10–50 tpd)</b>          | Organik tinggi (>60%)       | Belum ada offtaker                  | OWC skala kecil      | —                    | Tanpa offtaker, teknologi lain tidak direkomendasikan                               |
| <b>Menengah (50–200 tpd)</b>      | Organik tinggi (>60%)       | Kompos/ biogas: terkonfirmasi       | AD, IVC              | OWC, BSF             | IVC mulai efisien. AD viable jika pasokan organik lunak konsisten                   |
| <b>Menengah (50–200 tpd)</b>      | Campuran, nilai kalor cukup | RDF: ada calon offtaker             | MT                   | MBT                  | MT lebih sederhana. MBT jika dibutuhkan pengolahan biologis residu                  |
| <b>Menengah (50–200 tpd)</b>      | Campuran, nilai kalor cukup | Belum ada offtaker RDF              | MT terbatas          | OWC+BSF kombinasi    | Tanpa offtaker RDF yang terkonfirmasi, MT berisiko tinggi                           |
| <b>Besar (200–700 tpd)</b>        | Campuran heterogen          | RDF: kontrak take-or-pay            | MT, MBT              | AD+MT kombinasi      | MBT mulai relevan. Skema pembiayaan non-APBD murni mulai diperlukan                 |
| <b>Besar (200–700 tpd)</b>        | Campuran heterogen          | PLN/energi: dalam negosiasi         | WtE Inc <sup>Δ</sup> | MBT                  | WtE kondisional — perlu aglomerasi atau tonase proyeksi 10 tahun memenuhi threshold |
| <b>Sangat Besar (&gt;700 tpd)</b> | Campuran, LCV terverifikasi | PLN: PPA dalam proses/terkonfirmasi | WtE Inc              | WtE Gas <sup>Δ</sup> | WtE Inc primer. Gasifikasi alternatif dengan due diligence vendor sangat ketat      |
| <b>Sangat Besar (&gt;700 tpd)</b> | Campuran, LCV terverifikasi | Belum ada offtaker energi           | MBT + MT             | —                    | WtE tidak direkomendasikan tanpa kepastian PPA. Risiko stranded asset sangat tinggi |

*Catatan: Rekomendasi di tabel ini bersifat orientatif berdasarkan kombinasi tiga variabel. Kondisi lokal — ketersediaan lahan, profil vendor, skema pembiayaan — dapat menggeser rekomendasi secara signifikan. Studi Pendahuluan tetap diperlukan sebelum keputusan final.*

## 4.5 Due Diligence Vendor

Pemilihan teknologi yang tepat secara teknis tidak dengan sendirinya menjamin keberhasilan implementasi. Salah satu pola kegagalan yang paling konsisten dalam pipeline proyek persampahan Indonesia adalah **ketidaksesuaian antara klaim vendor dengan kapasitas aktual**, baik dari sisi teknis maupun keberlanjutan operasional. Lebih dari 100 MoU antara Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dengan berbagai vendor teknologi pengolahan sampah tidak terealisasi, sebagian besar karena proses seleksi yang tidak melewati due diligence yang memadai (*Kajian Komparatif Opsi Teknologi Pengolahan Sampah, SIPA-UNDP-Bappenas 2025*).

Kasus Kertalangu di Bali memberikan ilustrasi konkret: fasilitas RDF yang dibangun dengan investasi signifikan gagal beroperasi secara berkelanjutan karena kombinasi spesifikasi teknis yang tidak sesuai kondisi aktual feedstock, absennya kontrak offtaker yang mengikat, dan keterbatasan dukungan purna jual vendor. Ini bukan kegagalan tunggal, ia merepresentasikan pola yang berulang. Due diligence vendor bukan prosedur administratif yang dilakukan sekali di awal. Ia adalah proses verifikasi berlapis yang harus dimulai sejak orientasi teknologi dan terus diperbarui hingga *commissioning*. Lima dimensi berikut membentuk kerangka minimalnya:

**Tabel 25 Checklist Due Diligence Vendor: Lima Dimensi**

| Dimensi                                              | Indikator Verifikasi                                                                                                                                                        | Sinyal Merah                                                                                                               |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1. Rekam Jejak Konstruksi</b>                     | Daftar instalasi yang telah dibangun dengan kapasitas dan teknologi serupa; referensi kontak yang dapat dihubungi; bukti penyelesaian tepat waktu dan sesuai spesifikasi    | Tidak ada referensi instalasi di Indonesia; hanya menawarkan referensi luar negeri tanpa adaptasi konteks lokal            |
| <b>2. Rekam Jejak Operasional</b>                    | Kunjungan lapangan ke instalasi existing; verifikasi data operasional aktual (uptime, throughput, kualitas produk); wawancara operator independen                           | Instalasi referensi tidak bisa dikunjungi; data operasional hanya dari materi pemasaran vendor                             |
| <b>3. Kesiapan Dokumen Teknis</b>                    | Ketersediaan Basic Engineering Design (BED), process flow diagram, mass balance, spesifikasi utilitas; kesesuaian dokumen dengan kondisi lokal (feedstock, iklim, regulasi) | Dokumen generik tanpa adaptasi lokal; tidak bisa menyediakan mass balance spesifik untuk feedstock daerah                  |
| <b>4. Komitmen Commissioning dan Garansi Kinerja</b> | Klausul performance guarantee dalam kontrak (throughput minimum, uptime, kualitas produk); durasi dan cakupan garansi; mekanisme penalti jika kinerja tidak tercapai        | Tidak ada performance guarantee; garansi hanya mencakup peralatan bukan kinerja sistem; klausul force majeure terlalu luas |
| <b>5. Ekosistem Purna Jual</b>                       | Ketersediaan suku cadang di Indonesia; keberadaan teknisi lokal terlatih; kepatuhan TKDN; komitmen pelatihan SDM Pemda; waktu respons perbaikan yang terdokumentasi         | Seluruh suku cadang harus impor; tidak ada teknisi lokal; tidak ada rencana transfer pengetahuan ke operator Pemda         |

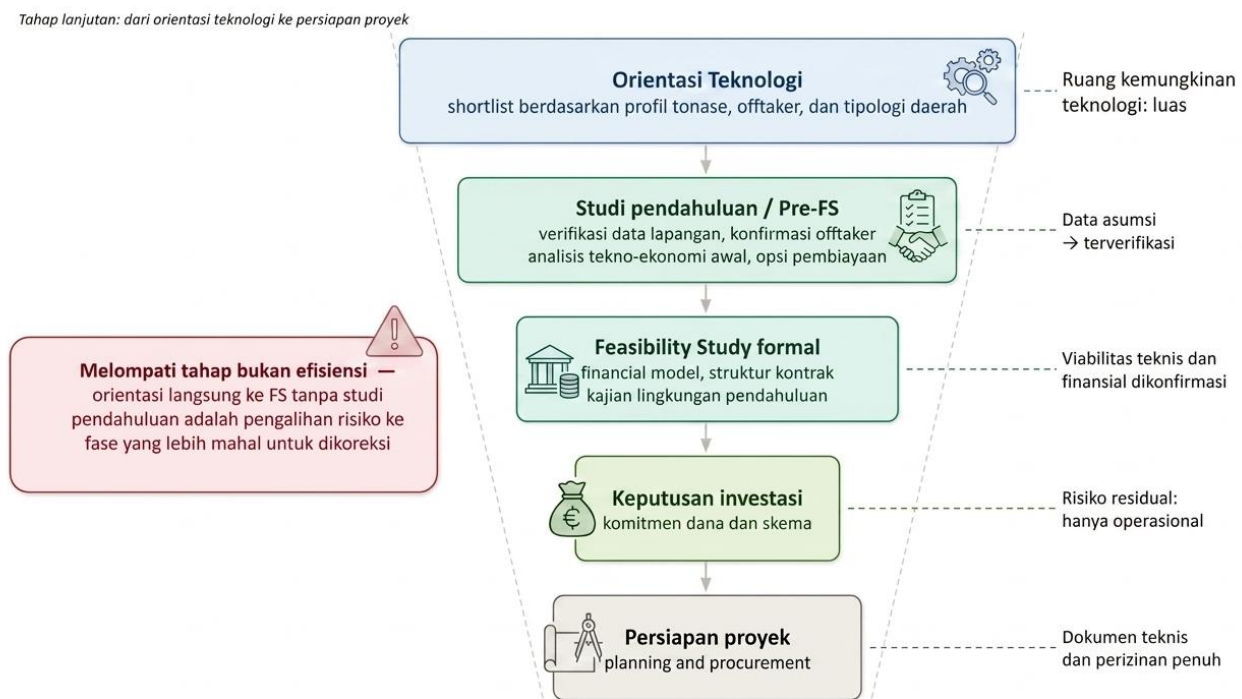
*Catatan: Checklist ini merupakan threshold minimum. Untuk proyek dengan skema KPBU atau PHLN, persyaratan due diligence vendor biasanya lebih ketat dan mengikuti ketentuan lender/donor masing-masing.*

## 4.6 Keterbatasan dan Langkah Lanjutan

Matriks dalam bab ini dibangun dengan kesadaran penuh akan keterbatasannya. Transparansi mengenai batas-batas ini bukan disclaimer formal, melainkan informasi yang dibutuhkan pembaca untuk menggunakan matriks secara tepat.

- **Keterbatasan pertama** adalah generalisasi parameter CAPEX dan OPEX. Rentang yang disajikan dalam Tabel 2 mencakup variasi kondisi global dan lokal yang sangat lebar. Perbedaan spesifikasi vendor, kondisi tanah, jarak dari sumber material konstruksi, dan skema pengadaan dapat menggeser angka aktual secara signifikan, bahkan keluar dari rentang yang disajikan. Angka-angka tersebut adalah orientasi besaran, bukan basis penganggaran.
- **Keterbatasan kedua** adalah sifat statis matriks berhadapan dengan lanskap regulasi yang bergerak. Beberapa regulasi yang dirujuk, Perpres 109/2025 untuk PPA, SNI 9313:2024 untuk RDF relatif baru dan implementasinya masih dalam tahap konsolidasi. Perubahan regulasi dapat mengubah threshold keekonomian suatu teknologi secara fundamental, khususnya untuk WtE yang sangat bergantung pada kepastian tarif listrik.
- **Keterbatasan ketiga** adalah cakupan matriks yang dibatasi pada delapan teknologi pengolahan skala fasilitas. Ia tidak mencakup aspek sistem pengumpulan dan transfer, pengelolaan TPA eksisting, atau instrumen kebijakan non-infrastruktur yang dalam banyak kasus justru lebih menentukan keberhasilan pengelolaan sampah secara keseluruhan.

Dengan memahami keterbatasan tersebut, langkah lanjutan yang direkomendasikan mengikuti jalur berikut:



**Gambar 5** Tahap Lanjutan dari orientasi ke persiapan proyek

Setiap tahap menghasilkan informasi yang mempersempit ketidakpastian di tahap berikutnya. Melompati tahap misalnya langsung dari orientasi ke FS tanpa Studi Pendahuluan bukan efisiensi, melainkan pengalihan risiko ke fase yang lebih mahal untuk dikoreksi.

## 4.7 Korelasi Treshold Atributif dengan Matriks Teknologi

Bab III menyajikan hasil penilaian RIGA pada level governance dan ekosistem. Bab IV menyajikan threshold teknis pada level project. Tabel berikut mempertemukan keduanya menunjukkan bagaimana sinyal atributif dari enam pilar RIGA bertranslasi ke implikasi orientasi teknologi.

**Tabel 26** Korespondensi Threshold Atributif RIGA dengan Threshold Teknologi

| Pilar RIGA         | Sinyal Atributif                            | Implikasi Orientasi Teknologi                                                                         |
|--------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Perencanaan</b> | Tidak ada JAKSTRADA/RIPS yang valid         | Semua orientasi teknologi ditangguhkan, dasar perencanaan tidak tersedia                              |
|                    | Proyeksi timbunan <5 tahun                  | Teknologi dengan masa konsesi panjang (WtE, MBT) tidak dapat diorientasikan dengan andal              |
|                    | Proyeksi komprehensif 10–20 tahun           | WtE dan MBT dapat dipertimbangkan; threshold tonase jangka panjang dapat diverifikasi                 |
| <b>Feedstock</b>   | Data timbunan hanya estimasi makro          | Semua threshold kapasitas bersifat tentatif; Studi Pendahuluan wajib sebelum orientasi lebih jauh     |
|                    | Komposisi fisik dari sampling aktual        | Orientasi biologis (AD/OWC/IVC/BSF) dapat dilakukan dengan lebih andal                                |
|                    | Data LCV/LHV tersedia dan terverifikasi     | Orientasi MT, MBT, WtE dapat dilakukan; threshold nilai kalor dapat diverifikasi                      |
| <b>Lahan</b>       | Lahan belum definitif                       | Semua orientasi teknologi bersifat hipotetis; tidak ada teknologi yang dapat direkomendasikan         |
|                    | Lahan definitif, RTRW sesuai                | Orientasi dapat dilanjutkan; luas lahan menentukan teknologi yang masuk dan gugur                     |
|                    | Lahan definitif, buffer zone <500 m         | Teknologi dengan dampak bau/emisi tinggi (OWC skala besar, WtE) terancam gugur secara sosial          |
| <b>Fiskal</b>      | Tidak ada alokasi CAPEX sama sekali         | Orientasi terbatas pada teknologi CAPEX rendah (OWC, BSF); skema non-APBD perlu dieksplorasi          |
|                    | CAPEX tersedia, OPEX belum dikunci          | Risiko fasilitas terbangun tapi tidak beroperasi; komitmen OPEX harus diselesaikan sebelum konstruksi |
|                    | CAPEX dan OPEX terkonfirmasi                | Seluruh rentang teknologi dapat dipertimbangkan sesuai skala                                          |
| <b>Offtaker</b>    | Belum ada calon oftaker teridentifikasi     | MT, MBT, WtE tidak direkomendasikan — risiko produk tidak terserap terlalu tinggi                     |
|                    | Calon oftaker terdata, belum konfirmasi     | Teknologi biologis masih bisa diorientasikan; MT/WtE membutuhkan konfirmasi lebih lanjut              |
|                    | Kontrak/MoU oftaker terkonfirmasi           | Semua teknologi relevan dapat dipertimbangkan sesuai threshold lain                                   |
| <b>Provider</b>    | Belum ada vendor teridentifikasi            | Orientasi teknologi dapat dilakukan; seleksi vendor menjadi langkah segera berikutnya                 |
|                    | Vendor teridentifikasi, belum due diligence | Due diligence (Tabel 6) wajib sebelum keputusan teknologi final                                       |
|                    | Due diligence lapangan selesai              | Teknologi dan vendor dapat masuk tahap Pre-FS                                                         |



Kementerian PPN/  
Bappenas



# BAB V

## ARSITEKTUR RANTAI NILAI, KONTRAK DAN KONDISI OPERASIONAL



Supported by:



based on a decision of  
the German Bundestag

## 5 ARSITEKTUR RANTAI NILAI, KONTRAK, DAN KONDISI OPERASIONAL

---

### 5.1 Posisi Bab Ini: RDF sebagai *Specific Case*, Prinsip sebagai Output

RDF menjadi titik analisis dominan di bab ini karena alasan pragmatis: ia adalah teknologi yang paling banyak diinvestasikan, paling banyak dikaji, dan paling banyak menghadapi persoalan keandalan operasional dalam periode yang cukup terdokumentasi, menjadikannya kasus dengan data pembelajaran paling tersedia. Konteks ini sesuai dengan kebutuhan awal penugasan: memahami mengapa investasi infrastruktur pengolahan sampah berbasis teknologi berulang kali belum mencapai keandalannya.

Namun harus ditegaskan sejak awal: analisis rantai nilai, mekanisme kontrak, dan kondisi operasional yang dibahas di sini bukan eksklusif untuk RDF. Prinsip yang diekstrak, tentang diskoneksi antar-simpul rantai nilai, arsitektur tipping fee, alokasi risiko dalam kontrak hilir, dan keterbatasan data monitoring, berlaku secara struktural untuk seluruh teknologi yang dipetakan di Bab 4. Kompos yang kehilangan offtaker menumpuk di gudang dengan cara yang sama seperti RDF yang ditolak kiln semen. Fasilitas biogas tanpa kerangka feed-in tariff menghadapi defisit OPEX dengan logika yang sama seperti fasilitas MT tanpa tipping fee.

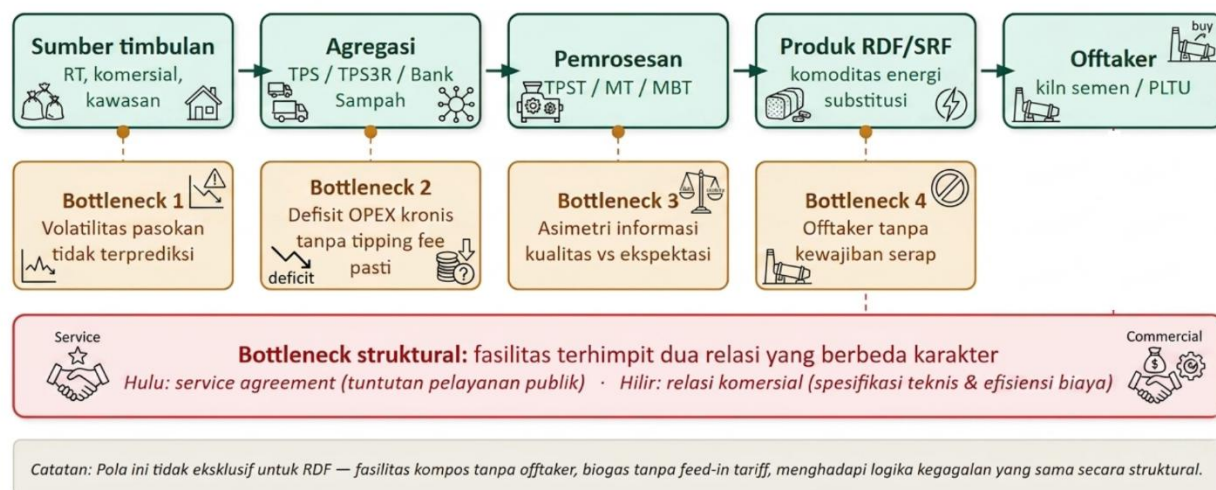
*RDF adalah lensa, bukan batasan. Pembaca yang bekerja dengan teknologi biologis, MBT, atau WtE akan menemukan bahwa analogi strukturalnya relevan — meskipun parameter spesifiknya berbeda.*

Bab ini mengambil posisi yang berbeda dari Bab 3 dan Bab 4. RIGA membaca kesiapan ekosistem sebelum investasi dikomitmenkan; matriks teknologi mengidentifikasi threshold kritis sebelum teknologi dipilih. Bab ini bergerak ke pertanyaan berikutnya: setelah investment gate dilewati dan teknologi dipilih, apa yang menentukan apakah sistem akan bertahan secara operasional? Ini pertanyaan tentang arsitektur yang mengikat, kontrak, harga, data, dan aktor informal.

### 5.2 Anatomi Rantai Nilai RDF: Membaca Diskoneksi yang Berulang

Memahami sistem RDF sebagai rantai nilai, bukan sebagai instalasi fisik tunggal adalah prasyarat untuk mendiagnosis mengapa sebagian besar fasilitas yang dibangun di Indonesia belum mencapai keandalan operasional. Kegagalan berulang lebih sering berakar pada diskoneksi antar-simpul rantai nilai daripada pada kelemahan teknologi itu sendiri. Fakta bahwa lebih dari dua pertiga fasilitas RDF dikelola langsung oleh Pemda dengan ketergantungan absolut pada injeksi APBD mencerminkan ekosistem yang belum terstruktur sebagai entitas yang mandiri secara operasional.

*Kegagalan berulang lebih sering berakar pada diskoneksi antar-simpul, bukan kelemahan teknologi*



**Gambar 6** Anatomi Rantai Nilai RDF: Simpul dan Bottleneck Sistemik

**Tabel 27** Tantangan dan Trade-off Sistemik

| Simpul                                   | Fungsi Arsitektural                                                 | Ketegangan dan Trade-off Sistemik                                                                                                                               |
|------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sumber timbulan (RT, komersial, kawasan) | Variabel input dasar — menentukan kuantitas dan komposisi feedstock | Dominasi organik basah (55–65%) memaksa pre-treatment berat; fluktuasi musiman komposisi jarang diperhitungkan dalam desain kapasitas awal                      |
| Agregasi (TPS, Bank Sampah, TPS3R)       | Titik pengumpulan dan pre-sorting awal                              | Kapasitas tidak seragam; model komunitas yang belum terkunci dalam sistem formal menghasilkan volatilitas pasokan yang tidak bisa diprediksi operator fasilitas |
| Fasilitas pemrosesan (TPST/MT/MBT)       | Processing engine — pencacahan, pengeringan, separasi               | Benturan mandat antara fungsi pelayanan publik dan fungsi kuasi-komersial; defisit kronis ketika tidak ada kompensasi jasa pengolahan yang pasti                |
| Produk RDF/SRF                           | Komoditas energi substitusi — produk antara                         | Standarisasi kualitas jarang terverifikasi independen, menciptakan asimetri informasi antara klaim produsen dan ekspektasi pembeli                              |
| Offtaker (kiln semen, PLTU)              | Titik temu dengan pasar komersial                                   | Ketiadaan mandatori penyerapan membuat keputusan beli didikte murni oleh fluktuasi harga batu bara; kontrak sering ilusif tanpa kepastian serap yang mengikat   |

Membaca anatomi di atas, fasilitas pengolahan pada dasarnya adalah entitas yang terjepit di antara dua jenis relasi yang berbeda karakternya secara fundamental. Di hulu, mereka terikat pada Service Agreement dengan Pemda yang menuntut jasa pelayanan publik. Di hilir, mereka berhadapan dengan relasi komersial dengan offtaker yang beroperasi murni pada spesifikasi teknis dan efisiensi biaya. Merancang infrastruktur tanpa menyelesaikan ketegangan di antara dua kutub ini hanya memindahkan masalah penumpukan sampah dari kota ke dalam gudang fasilitas.

### 5.3 Arsitektur Kontrak Hulu: Service Agreement dan Posisi Pemda

Analisis dokumen kontrak hulu yang dikaji dalam penugasan ini mengidentifikasi pergeseran arsitektur transaksi yang perlu dipahami sebagai konteks sistemik, bukan hanya sebagai variasi klausul. Pada pola kontrak tertentu, terdapat operator swasta yang berfungsi sebagai penyangga

antara Pemda dan industry, menanggung sebagian risiko komersial dan teknis sebelum produk sampai ke offtaker. Pada kontrak yang lebih baru, beberapa Pemda melangkah langsung menjadi pemasok (supplier) yang berhadapan langsung dengan industri tanpa pengaman kelembagaan di antaranya. Pergeseran ini memperbesar eksposur Pemda terhadap volatilitas standar industri secara signifikan dan membuat arsitektur Service Agreement menjadi lebih kritis dari sebelumnya.

Masalah yang paling konsisten ditemukan bukan pada besaran tipping fee, melainkan pada strukturnya: pembayaran yang terputus dari kinerja aktual menghasilkan disinsentif sistemik bagi operator sekaligus menghilangkan mekanisme akuntabilitas bagi Pemda. Ketika Pemda membayar lumpsum statis tanpa keterkaitan dengan tonase dan output terverifikasi, dua hal terjadi bersamaan: operator kurang memiliki insentif untuk meningkatkan kualitas produk, dan Pemda kehilangan dasar untuk memverifikasi apakah pembayaran menghasilkan kinerja yang sesuai.

Empat agregat risiko yang secara konsisten muncul dalam kontrak hulu yang dikaji, beserta rancang bangun mitigasi yang direkomendasikan :

**Tabel 28 Risiko Sistemik Kontrak Hulu dan Mitigasi**

| <i>Agregat Risiko Sistemik</i>                      | <i>Temuan dalam Kontrak yang Dikaji</i>                                                                                                                                     | <i>Rancang Bangun Mitigasi</i>                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Stabilitas Arus Kas</b> (Viability)              | Tipping fee bersifat lumpsum statis tanpa formula indeksasi inflasi dan terputus dari basis tonase operasional aktual.                                                      | Basis pembayaran primer dihitung dari input tonase aktual di jembatan timbang, dilengkapi klausul eskalasi penyesuaian biaya tahunan.                                                               |
| <b>Penumpukan Produk</b> (Stranded Product)         | Kontrak menuntut mandat pengolahan ambisius namun tidak mengatur skenario penyelesaian jika produk gagal terserap offtaker dan menumpuk di fasilitas.                       | Klausul <i>Retrospective Performance Deduction</i> : pembayaran dikaitkan dengan bukti serapan offtaker dari periode sebelumnya, dengan hak potong jika residu melampaui toleransi yang disepakati. |
| <b>Keandalan Layanan</b> (Operability)              | Kapasitas kewajiban input dipatok statis tanpa instrumen SLA yang membatasi downtime mesin — Pemda menanggung risiko suplai tanpa jaminan kapasitas pengolahan yang setara. | Kewajiban serap silang: penalti finansial jika uptime mesin di bawah SLA, dan Supply-or-Pay bagi Pemda jika gagal memenuhi kuota suplai.                                                            |
| <b>Kepatuhan Lingkungan</b> (Environment Liability) | Operator menanggung beban kepatuhan lingkungan secara absolut tanpa perlindungan fiskal jika regulasi berubah di tengah masa konsesi.                                       | Klausul Change in Law yang melegitimasi penyesuaian tipping fee apabila perubahan regulasi memaksa peningkatan spesifikasi CAPEX atau OPEX fasilitas.                                               |

*Trade-off yang perlu diakui: arsitektur berbasis kinerja membutuhkan kapasitas monitoring di Pemda yang di sebagian besar daerah masih perlu dibangun. Implementasi bertahap, mulai dari basis tonase murni dengan ketersediaan jembatan timbang, kemudian menambahkan gate serapan offtaker setelah sistem monitoring terbentuk, lebih realistis daripada memaksakan arsitektur penuh sejak kontrak pertama ditandatangani.*

## 5.4 Arsitektur Kontrak Hilir

Kontrak hilir antara fasilitas dan offtaker dalam kontrak-kontrak yang dikaji secara konsisten menunjukkan asimetri di mana pihak pembeli memegang kendali penuh atas yurisdiksi kualitas, timbangan, dan penetapan harga. Yang perlu dicatat adalah adanya rentang opsi dalam beberapa tipe kontrak: dari mekanisme harga tetap (flat-rate) menuju dynamic pricing berbasis parameter teknis, terutama kadar air (moisture content) dan distribusi ukuran partikel (particle size distribution), di mana harga dipotong secara linier jika parameter tidak terpenuhi. Inovasi ini secara prinsip lebih adil karena mencerminkan kualitas aktual produk, namun dalam praktiknya justru memperbesar risiko bagi pemasok selama yurisdiksi pengukuran masih dimonopoli oleh laboratorium internal offtaker.

Satu klarifikasi framing yang perlu ditegaskan: kontrak antara fasilitas pengolah dan industri penerima produk adalah mekanisme offtake produk, ia bisa berjalan di bawah jalur pengadaan manapun. Ia bukan definisi jalur B2B itu sendiri sebagaimana dijelaskan di Bab 2. Empat agregat risiko yang secara konsisten muncul dalam kontrak hilir yang dikaji, beserta rancang bangun mitigasi yang direkomendasikan.

**Tabel 29** Agregat Risiko Kontrak Hilir dan Arsitektur Mitigasi

| Agregat Risiko Sistemik                                         | Temuan Kunci                                                                                                                                                                                                                          | Rancang Bangun Mitigasi                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kepastian Serapan</b><br>( <i>Viability</i> )                | Durasi kontrak sangat pendek untuk beberapa kasus (1–2 tahun) dengan hak terminasi sepihak; tidak ada jaminan serapan minimum — penolakan kiriman oleh offtaker berisiko menghentikan total pengolahan sampah kota.                   | Struktur Take-or-Pay (kewajiban offtaker membayar volume minimum meski produk tidak diserap akibat kendala internal mereka) dikombinasikan secara seimbang dengan Deliver-or-Pay (penalti pemasok jika gagal suplai volume yang dijanjikan). |
| <b>Penolakan Material</b><br>( <i>Stranded Product</i> )        | Yurisdiksi kualitas, timbangan, dan penerapan dynamic pricing dimonopoli oleh offtaker; penolakan produk atau pengenaan denda signifikan dilakukan murni berdasarkan laboratorium internal pabrik tanpa mekanisme verifikasi bersama. | Klausul Joint Sampling yang mewajibkan pengambilan sampel bersama di pintu pabrik; sengketa parameter teknis diputus oleh laboratorium independen pihak ketiga yang bersifat final and binding.                                              |
| <b>Tanggung Jawab Ganti Rugi</b><br>( <i>Indemnification</i> )  | Klausul unlimited liability yang membebankan seluruh kewajiban ganti rugi tanpa batas kepada pemasok atas insiden kerusakan peralatan industri offtaker.                                                                              | Limitasi nilai ganti rugi maksimal secara kontraktual (liability cap) yang dihitung proporsional dari estimasi tagihan; risiko spesifik dialihkan melalui kewajiban asuransi Commercial General Liability.                                   |
| <b>Kepatuhan Lingkungan</b><br>( <i>Environment Liability</i> ) | Hak kehati-hatian sepihak di mana offtaker berasumsi bahwa material mengandung kontaminan tersembunyi, memicu penundaan pencairan tagihan tanpa dasar verifikasi yang objektif.                                                       | Klausul Deemed Acceptance: jika tidak ada notifikasi penolakan formal berbasis uji lab dalam 2×24 jam setelah material diturunkan, material dianggap diterima secara hukum.                                                                  |

Untuk teknologi biologis dengan offtaker yang tersebar di sektor pertanian dan pakan ternak, arsitektur kontrak yang sama belum bisa direplikasi secara langsung. Pasar kompos lebih terfragmentasi; mekanisme *take-or-pay* individual kurang praktis di skala petani kecil. Yang lebih relevan adalah model agregasi offtaker melalui koperasi atau distributor input pertanian yang bisa menyerap volume lebih besar dengan kontrak jangka menengah. Prinsip alokasi risikonya sama, yang berbeda adalah struktur kelembagaan yang mengoperasikannya.

## 5.5 Mekanisme Pembiayaan

Pada tahap CAPEX, profil masa pengembalian investasi yang panjang menempatkan infrastruktur persampahan di luar selera pembiayaan komersial murni di sebagian besar konteks daerah Indonesia. Instrumen blended finance hadir sebagai jembatan struktural, menggabungkan dana publik sebagai first-loss capital untuk menekan profil risiko keseluruhan sehingga modal swasta berani masuk pada lapisan berikutnya.

Relevansi instrumen berbeda per skala proyek dan per profil risiko. Untuk proyek skala besar (>200 tpd) dengan jalur KPBU atau PHLN, Viability Gap Fund (VGF) berupa hibah modal awal bisa menutup selisih keekonomian yang membuat model keuangan tidak bankable. VGF yang diterima di CAPEX menurunkan beban tipping fee tahunan Pemda, ada trade-off antara risiko di depan (modal publik yang mungkin tidak kembali) dan risiko di belakang (komitmen tipping fee jangka panjang yang membebani APBD).

Untuk proyek skala menengah (50–200 tpd) di daerah dengan kapasitas fiskal terbatas, metode agregasi portofolio lintas wilayah (project pooling) adalah satu-satunya instrumen yang realistis untuk mencapai batas tonase minimum yang disyaratkan lembaga pembiayaan hijau global. Ini membutuhkan kelembagaan lintas daerah yang saat ini hampir tidak ada di Indonesia. Untuk proyek skala kecil (<50 tpd), blended finance formal tidak applicable. Kombinasi APBD, dana CSR terstruktur, dan jika rantai sortir sudah berjalan insentif EPR adalah pendekatan yang lebih realistis.

**Catatan penting tentang posisi EPR:** EPR bukan sumber pendapatan tambahan bagi Pemda dan bukan komponen revenue dalam model keuangan fasilitas. Sebagaimana dibahas di Bab 2, EPR bekerja sebagai mekanisme cost reduction melalui stabilisasi feedstock ke fasilitas sortir. Memasukkan EPR sebagai komponen pendapatan dalam proyeksi keuangan proyek adalah kesalahan framing yang akan menghasilkan model yang tidak akurat.

Koneksi antara pembiayaan dan output RIGA perlu ditegaskan secara eksplisit: kondisi Signal Routing yang lemah untuk jalur KPBU dan PLN/Hibah, Amdal yang valid, pemisahan regulator-operator, rekam jejak ESG yang bersih, bersinggungan langsung dengan prasyarat yang sama yang disyaratkan oleh instrumen blended finance dari development partners internasional. Daerah dengan sinyal lemah untuk jalur ini hampir pasti menghadapi hambatan yang sama dalam mengakses instrumen pembiayaan dari lembaga yang sama. Memperbaiki kondisi pra-investasi yang terbaca dalam RIGA bukan hanya tentang memperkuat sinyal jalur pengadaan formal, ia sekaligus membuka akses ke ekosistem pembiayaan yang lebih luas.

## 5.6 Infrastruktur Data dan Interoperabilitas

Membangun infrastruktur fisik tanpa sistem monitoring yang terkalibrasi adalah kerentanan operasional. Tapi membangun sistem monitoring baru yang tidak terhubung ke platform yang sudah ada hanya memindahkan masalah: daerah yang sudah kewalahan dengan kewajiban pelaporan ke SIPSN, WML, dan berbagai instrumen lain tidak akan mengisi satu layer tambahan dengan sungguh-sungguh.

Pendekatan yang lebih produktif adalah interoperabilitas alih-alih pembangunan sistem baru. Membangun Application Programming Interface (API) antara instrumen RIGA dengan database SIPSN, WML dan Sistem Registri Nasional (SRN-PPI) mengurangi beban input manual di daerah sekaligus meningkatkan akurasi data, termasuk validasi atributif untuk skema carbon credit dan verifikasi tonase untuk jalur EPR. Trade-off yang perlu diakui: membangun API lintas kementerian

di Indonesia membutuhkan koordinasi kelembagaan yang tidak sederhana dan komitmen anggaran pemeliharaan jangka panjang.

Satu gap yang paling kritis dan paling tidak terstruktur adalah absennya registri offtaker terpusat. Bab 2 mengidentifikasinya sebagai gap kritis nasional. Bab 4 menjadikan konfirmasi offtaker sebagai kriteria eliminatif di hampir semua teknologi. Bab 3 mengoperasionalkannya sebagai sinyal dalam Signal Routing RIGA. Tapi tidak satu pun dari ketiganya bisa menghasilkan registri itu, ia membutuhkan keputusan kelembagaan di tingkat pusat tentang siapa yang bertanggung jawab membangun dan memeliharanya.

Pertanyaan yang sama mendesaknya: mengapa offtaker mau mendaftarkan diri? Jawaban yang paling realistis adalah insentif bertahap, rekognisi dalam penilaian PROPER dan poin ESG sebagai tahap awal, dilanjutkan dengan insentif berbasis volume serapan yang terhubung ke mekanisme verifikasi tonase, mengikuti logika carbon credit. Registri yang berhasil bukan hanya infrastruktur pencatatan, ia adalah fondasi pasar insentif yang mendorong partisipasi sukarela secara bertahap.

**Tabel 30** Indikator Kinerja Kritis per Kelompok Teknologi dan Status Regulasi

| Dimensi KPI                              | Biologis (AD, OWC, IVC, BSF)                                                       | Mekanikal (MT, MBT/RDF)                                               | Termal (WtE)                                                    |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Target ketersediaan operasional (uptime) | ≥80%<br>tidak ada regulasi nasional yang mengatur                                  | ≥85%<br>tidak ada regulasi nasional                                   | ≥90%<br>diatur dalam kerangka KPBU                              |
| Standar kualitas produk                  | SNI 19-7030-2004 (kompos);<br>SNI 8173:2015 (larva)                                | SNI 9313:2024 (RDF semen); SNI 8966:2021 (PLTU)                       | PermenLHK P.70/2016 (emisi)                                     |
| Pemulihan biaya operasional              | Bergantung kombinasi tipping fee dan pendapatan produk — tidak ada standar minimum | Bergantung tipping fee dan pendapatan RDF — tidak ada standar minimum | Availability Payment 30 tahun dalam kerangka KPBU — terstruktur |
| Mekanisme penalti kegagalan kinerja      | Tidak ada SLA nasional yang mengatur                                               | Tidak ada SLA nasional yang mengatur                                  | Diatur dalam kontrak KPBU                                       |

Note: angka uptime ini adalah threshold keandalan operasional minimum yang umumnya diakui industri.

*Pola yang muncul dari tabel ini konsisten: semakin jauh dari skema KPBU formal, semakin sedikit regulasi yang melindungi viabilitas operasional jangka panjang. Teknologi biologis yang justru paling accessible untuk daerah kapasitas rendah paling rentan dan tidak terlindungi dari kegagalan operasional secara regulatif. Ini adalah asimetri yang perlu menjadi agenda regulasi, bukan hanya catatan teknis.*

## 5.7 Aktor Informal dan Social License to Operate

Ada kecenderungan dalam desain sistem pengolahan sampah berbasis teknologi untuk memperlakukan aktor informal, pemulung, pengurus Bank Sampah Unit, lapak daur ulang sebagai variabel eksternal yang perlu "ditangani" setelah sistem utama berjalan. Kecenderungan ini keliru secara empiris. Data lapangan dari berbagai proyek yang dikaji dalam penugasan ini termasuk fasilitas RDF Jeruklegi di Cilacap konsisten menunjukkan bahwa sektor informal adalah komponen aktif rantai nilai, bukan pelengkap. Di Jeruklegi, 130 pemulung yang diintegrasikan ke dalam sistem mayoritas Perempuan, bertanggung jawab atas pemilahan material bernilai tinggi (PET, HDPE,

LDPE, logam, kaca) yang secara langsung menentukan kualitas RDF: pemilahan yang lebih baik berarti kadar organik basah lebih rendah, nilai kalor lebih tinggi, produk lebih kompetitif. Ini bukan isu sosial yang menempel pada proyek teknis ini adalah hubungan kausal yang menentukan kualitas produk akhir. Implikasi desainnya konkret. Integrasi sektor informal dan isu GEDSI harus masuk dalam desain operasional sejak tahap Pre-FS, bukan sebagai komponen sosial yang ditambahkan setelah desain teknis selesai. Mass balance yang mengasumsikan pemilahan hulu berjalan tanpa memperhitungkan kapasitas dan insentif aktual para pemilah akan selalu menghasilkan proyeksi yield yang terlalu optimistis.

Livelihood Transition Plan bukan sekadar dokumen opsional untuk compliance ESG, ia adalah instrumen mitigasi risiko operasional yang menentukan apakah fasilitas mendapat social license to operate atau menghadapi resistensi yang menghambat operasional. Proyek-proyek yang mengakses green finance atau blended finance dari lembaga internasional semakin mensyaratkan KPI inklusivitas sosial sebagai bagian dari standar ESG, menjadikannya bukan sekadar pertimbangan etis, tapi kondisi akses pembiayaan yang perlu diperhitungkan sejak desain proyek. Pertimbangan etis, tapi kondisi akses pembiayaan yang perlu diperhitungkan sejak desain proyek.

## 5.8 Sintesis: Lima Kondisi Viabilitas yang Tidak Bisa Disubstitusi

Bab ini telah menelusuri lima dimensi yang menentukan apakah fasilitas pengolahan sampah dengan RDF sebagai kasus pembelajaran utama dan teknologi lain sebagai konteks yang relevan secara struktural bisa beroperasi secara berkelanjutan setelah investment gate dilewati. Kelimaanya saling bergantung; melemahnya satu kondisi akan memindahkan tekanan ke kondisi lain.

1. **Pertama, arsitektur tipping fee yang mencerminkan logika operasional.** Lumpsum statis tanpa keterkaitan dengan kinerja output adalah resep untuk disinsentif sistemik. Gap antara harga pasar dan cost recovery real di semua teknologi terlalu besar untuk diabaikan.
2. **Kedua, kontrak hilir yang mendistribusikan risiko secara proporsional.** Asimetri di mana offtaker memegang semua kendali secara struktural membuat fasilitas tidak bisa dioperasikan secara berkelanjutan. Take-or-pay, joint sampling, dan deemed acceptance adalah mekanisme yang membuat kontrak lebih kredibel bagi kedua pihak. Hal yang sama berlaku untuk kontrak hulu; SLA, supply-or-pay, dan change in law clause Adalah mekanisme yang membuat DService Agreement lebih seimbang bagi operator.
3. **Ketiga, mekanisme pembiayaan yang realistis tentang profil risiko dan posisi EPR.** Blended finance bukan solusi universal, relevansinya berbeda per skala. Dan EPR bukan sumber pendapatan: ia adalah instrumen penekan biaya melalui stabilisasi feedstock.
4. **Keempat, interoperabilitas data yang mengurangi beban, bukan menambahnya.** Investasi pada API dan registri offtaker terpusat adalah investasi infrastruktur informasi yang tidak kalah pentingnya dari infrastruktur fisik.
5. **Kelima, integrasi sektor informal sebagai komponen desain, bukan variabel residual.** Fasilitas yang mengabaikan dimensi ini pada tahap desain akan menghadapi biaya jauh lebih besar untuk mengelolanya pada tahap operasional.



Kementerian PPN/  
Bappenas



# BAB VI REKOMENDASI STRATEGIS



Supported by:



based on a decision of  
the German Bundestag

## 6 REKOMENDASI STRATEGIS

---

### 6.1 Dari Diagnosis ke Preskripsi

Lima bab sebelumnya membangun satu argumen yang sama dari sudut pandang yang berbeda. Argumen intinya: investasi infrastruktur persampahan di Indonesia lebih sering gagal pada kondisi ekosistem di sekitar teknologi, bukan pada teknologi itu sendiri. Fasilitas yang secara teknis layak tidak beroperasi berkelanjutan karena feedstock tidak konsisten, offtaker tidak terkontrak, tipping fee tidak terstruktur, atau kapasitas fiskal Pemda tidak mencukupi komitmen jangka panjang.

Bab 2 menunjukkan bahwa instrumen evaluasi nasional yang ada tidak dirancang untuk menjawab pertanyaan kesiapan investasi. Gap kritisnya bukan pada jumlah instrumen, melainkan pada dimensi yang secara konsisten tidak ditanyakan oleh siapapun: offtaker yang terkonfirmasi, kesiapan feedstock yang teknologi-spesifik, kapasitas fiskal untuk komitmen multi-tahun.

Bab 3 merespons gap itu dengan RIGA, instrumen yang menjawab pertanyaan berbeda dari SIPSN dan WML melalui dua lapis output: membaca kematangan ekosistem dan mengukur kekuatan sinyal ekosistem per jalur pendanaan. Laporan ini adalah fondasi analitis yang dimaksudkan menjadi dasar pertimbangan jika RIGA akan diadopsi sebagai instrumen nasional dalam siklus investment gate Bappenas.

Bab 4 menunjukkan bahwa orientasi teknologi yang tepat adalah fungsi dari profil daerah yang konkret, tonase terverifikasi, karakteristik feedstock aktual, status lahan yang definitif, dan offtaker yang terkonfirmasi. Melanggar threshold eliminatif yang berbeda per teknologi mengubah proyek menjadi beban fiskal jangka panjang.

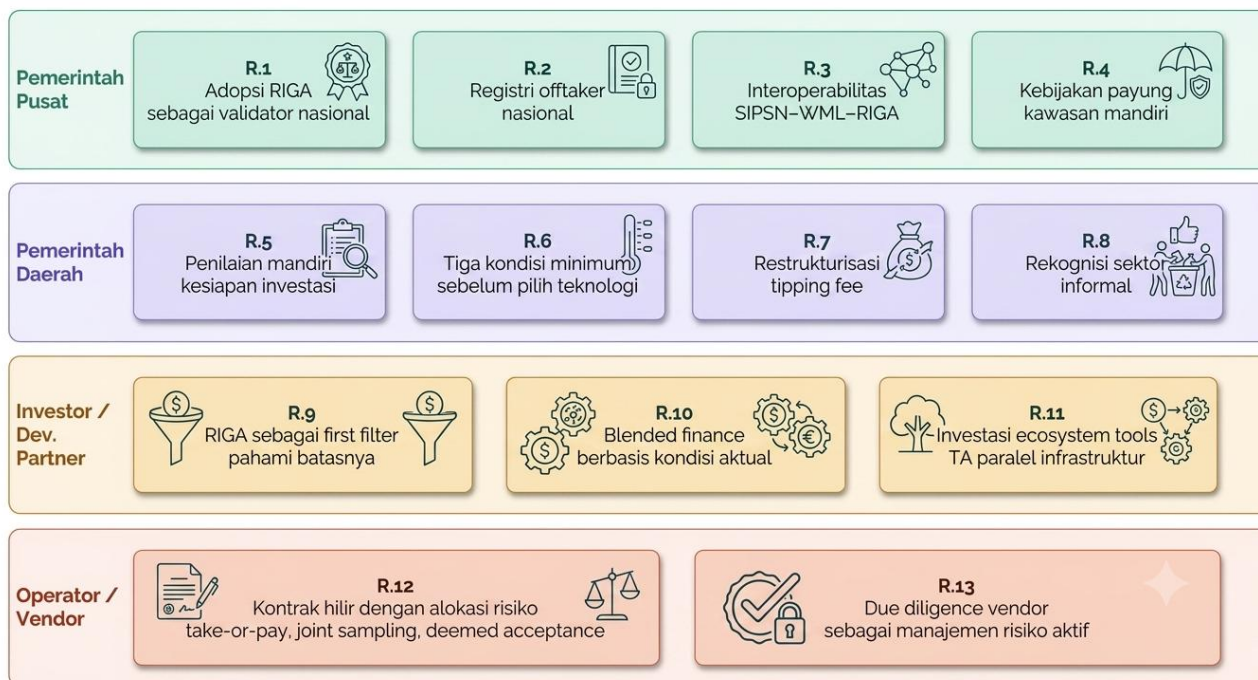
Bab 5 menunjukkan bahwa bahkan setelah investment gate dilewati, viabilitas operasional ditentukan oleh lima kondisi yang tidak bisa disubstitusi: arsitektur tipping fee, distribusi risiko dalam kontrak hilir, realisme tentang profil pembiayaan, interoperabilitas data, dan rekognisi sektor informal sejak desain.

*Kelima bab bermuara pada satu implikasi yang sama: yang dibutuhkan bukan lebih banyak proyek, melainkan proyek yang tepat, di ekosistem yang tepat, dengan arsitektur yang menyelesaikan ketegangan yang selama ini dipindahkan, bukan dihilangkan.*

### 6.2 Peta Rekomendasi: Empat Audiens, Satu Ekosistem

Rekomendasi diorganisasikan berdasarkan audiens bukan karena masalahnya terkotak-kotak, melainkan karena tindakan yang konkret membutuhkan kejelasan tentang siapa yang berwenang dan siapa yang bertanggung jawab. Yang mengikat keempat audiens ini adalah satu ekosistem yang sama: rekomendasi untuk satu pihak hanya bisa bekerja jika pihak lain bergerak secara komplementer.

## Peta Rekomendasi Strategis



Gambar 7 Peta Rekomendasi strategis

## 6.3 Rekomendasi untuk Pemerintah Pusat

### R.1: Jadikan Laporan Ini Fondasi Adopsi RIGA sebagai Ecosystem Validator Nasional

RIGA saat ini adalah instrumen yang sudah dirancang dan diuji secara iteratif dalam kerangka penugasan ini. Laporan ini adalah argumen analitis untuk adopsinya, bukan deklarasi bahwa adopsi itu sudah terjadi. Langkah berikutnya yang diperlukan adalah keputusan kelembagaan Bappenas tentang apakah dan bagaimana RIGA diintegrasikan ke dalam alur kerja investment gate yang sudah berjalan.

Yang membuat adopsi ini bernilai strategis bukan hanya instrumennya, melainkan posisinya: menempatkan *ecosystem validator* berbasis kondisi aktual, bukan hanya kesiapan dokumen, sebagai filter awal sebelum proposal DAK, KPBU, atau PHLN di sektor persampahan diproses lebih lanjut. Ini menggantikan screening yang saat ini cenderung dilakukan secara *ad hoc* dengan instrumen yang menghasilkan output yang *comparable* dan *traceable* antar daerah. Jika adopsi dilakukan, implikasi praktisnya adalah: output RIGA minimum, signal strength per jalur dan Index Gabungan ekosistem, menjadi salah satu dokumen dalam paket pengajuan proposal, bukan sebagai filter yang menggugurkan, melainkan sebagai dokumen yang mendefinisikan kondisi awal dan langkah perbaikan yang dibutuhkan sebelum keputusan investasi diambil.

### R.2: Bangun Registri Offtaker Nasional sebagai Infrastruktur Informasi Rantai Nilai

Gap ini teridentifikasi di Bab 2 sebagai gap kritis nasional, dioperasikan di Bab 3 sebagai sinyal dalam Signal Routing, dan dikonfirmasi di Bab 4 sebagai faktor eliminatif di hampir semua teknologi. Registri offtaker nasional memungkinkan konversi sampah menjadi terverifikasi, bukan hanya tercatat. Ketika offtaker terdaftar dengan kapasitas dan komitmen serapan yang terverifikasi, neraca sampah nasional bisa diaudit secara lebih akurat: berapa ton yang benar-benar terkonversi, oleh siapa, melalui jalur apa.

Cakupan registri perlu seluas ekosistem pemanfaat yang sesungguhnya: industri semen yang menggunakan RDF, pembangkit listrik, industri daur ulang berbagai material, offtaker kompos di sektor pertanian, industri pakan ternak yang menyerap larva BSF, hingga mungkin agregator material terpilah. Industri daur ulang secara khusus perlu mendapat perhatian mereka sudah menyerap volume material signifikan dari sistem persampahan kota selama ini, tapi belum mendapat rekognisi formal dalam arsitektur kebijakan. Registri adalah langkah pertama rekognisi itu.

*Pertanyaan yang harus dijawab sebelum desain registri dimulai: mengapa offtaker mau mendaftarkan diri? Titik masuk paling realistis adalah insentif non-fiskal sebagai tahap awal — rekognisi dalam penilaian PROPER, poin ESG yang dapat diklaim dalam pelaporan keberlanjutan korporasi atas kontribusi serapan. Pada tahap berikutnya, insentif dapat dikaitkan langsung dengan volume serapan yang terverifikasi, mengikuti logika carbon credit: semakin besar tonase sampah yang teroffset, semakin besar nilai insentif yang dapat diklaim.*

Salah satu mekanisme yang layak dipertimbangkan adalah keterkaitan registri dengan skema EPR berbasis sertifikat — di mana pemroses sampah yang terdaftar mendapatkan akses ke pasar sertifikat yang bisa dibeli produsen kemasan sebagai bukti pemenuhan kewajiban offset secara langsung. Alternatifnya adalah skema berbasis pembiayaan kolektif melalui PRO (Producer Responsibility Organization) sebagai entitas perantara yang mengelola alur dana dan verifikasi secara terpusat. Keduanya memiliki keunggulan dan keterbatasan masing-masing — namun diskursus kebijakan yang ada saat ini terkesan belum sepenuhnya berimbang dalam mempertimbangkan keduanya, dan kondisi ini berisiko menghasilkan desain yang sulit disinkronkan dengan arsitektur registri offtaker nasional yang digagas dalam kajian ini. Yang lebih mendesak dari pilihan skemanya adalah bahwa desain registri sejak awal perlu merangkul produsen, pemroses, offtaker, dan regulator dalam satu rangkaian proses konsultasi — agar arsitektur yang dipilih cukup akomodatif untuk dijalankan oleh semua pihak, bukan hanya yang paling siap secara teknis.

Yang belum terjawab dan perlu dikonsensuskan sebelum desain registri bisa dimulai: siapa lead institusi? KLH memiliki mandat paling dekat dengan data persampahan. Bappenas memiliki posisi lintas sektor yang relevan. Kemenperin, ESDM, dan Kementan perlu dilibatkan untuk verifikasi kapasitas offtaker di sektor masing-masing. Kejelasan tentang siapa yang bertanggung jawab adalah prasyarat agar inisiatif ini bergerak melampaui level wacana.

### **R.3: Mandatkan Interoperabilitas Platform: SIPSN, WML, RIGA, dan SRN-PPI**

Ketiga platform ini masing-masing memiliki data yang dibutuhkan oleh yang lain, tapi belum saling terhubung. Membangun API yang menghubungkan ketiganya mengurangi beban input manual di daerah, mengurangi duplikasi data, dan memungkinkan cross-check akurasi antar platform secara sistematis, termasuk jalur yang lebih pendek ke verifikasi carbon credit via SRN-PPI bagi daerah yang lolos pra-kondisi RIGA. Mandatnya perlu datang dari level yang cukup tinggi untuk mengikat lebih dari satu kementerian.

### **R.4: Bentuk Kebijakan Payung yang Mendorong Framework Kawasan Mandiri**

Zonasi kawasan mandiri adalah kewenangan Pemda, regulasinya tidak bisa dan tidak perlu datang dari pusat. Tapi yang bisa dilakukan pusat adalah menetapkan kebijakan payung yang secara eksplisit mendorong Pemda mengaktivasi framework ini sebagai opsi penanganan sampah kawasan non-residensial. Ketika kawasan mandiri bertanggung jawab penuh atas pengelolaan sampahnya

sendiri, DLH dapat mengalihkan kapasitas dan anggarannya ke kawasan permukiman padat yang paling membutuhkan. Kebijakan payung yang dimaksud tidak perlu kompleks: cukup menetapkan kriteria minimum kawasan mandiri yang diakui, panduan penetapan zonasi mandiri, prinsip pengecualian dari retribusi layanan umum Pemda, dan ketentuan batasan residu. Dari situ, Pemda yang ingin mengaktivasi framework ini memiliki dasar hukum yang cukup kuat untuk menyusun regulasinya sendiri.

## **6.4 Rekomendasi untuk Pemerintah Daerah**

### **R.5: Lakukan Penilaian Mandiri Kesiapan Investasi Sebelum Mengajukan Proposal**

Logika yang kerap terjadi saat ini terbalik: proposal investasi disusun terlebih dahulu, lalu kesiapan daerah diverifikasi, seringkali oleh pihak eksternal. RIGA dirancang untuk membalik urutan ini: diagnosis kesiapan dilakukan sebelum proposal disusun, sehingga proposal yang diajukan sudah mengidentifikasi gap ekosistem secara jujur dan langkah perbaikan yang realistis. Trigger pengisian yang tepat bukan kalender, melainkan kondisi: menjelang pengajuan proposal, setelah perubahan regulasi atau infrastruktur yang signifikan, atau setiap 2–3 tahun untuk memantau pergerakan jalur investasi. Hasil pengisian RIGA didampingi rekomendasi penguatan otomatis per aspek (lihat 3.8), sehingga Pemda tidak hanya mendapat skor tapi juga arah tindak lanjut yang langsung dapat ditindaklanjuti.

### **R.6: Selesaikan Tiga Kondisi Minimum Sebelum Memilih Teknologi**

Hampir semua kegagalan orientasi teknologi berakar pada tiga kondisi yang belum terpenuhi: data feedstock yang belum terverifikasi, status lahan yang belum definitif, dan offtaker yang belum terkonfirmasi. Ketiganya adalah kondisi eliminative tidak bisa dikompensasi dengan nilai tinggi di dimensi lain. Daerah yang menetapkan target memilih teknologi sebelum ketiga kondisi ini terpenuhi tidak mempercepat investasi, mereka memindahkan risiko kegagalan ke fase yang lebih mahal untuk dikoreksi.

### **R.7: Restrukturisasi Service Agreement sebagai Prioritas Regulasi Daerah**

Absennya tipping fee yang terstruktur adalah variabel yang secara konsisten melemahkan viabilitas operasional, dan ia sepenuhnya dalam kendali Pemda untuk diselesaikan tanpa menunggu intervensi pusat. Langkah konkretnya: Perda atau Perkada yang mengatur tipping fee berbasis kinerja, bukan lumpsum statis yang terputus dari output. Kerangka perhitungan sudah tersedia dalam Kalkulator Retribusi Permendagri No. 7/2021; yang perlu ditambahkan adalah klausul kinerja yang mengikat pembayaran pada verifikasi output terukur. Membangun kapasitas monitoring internal DLH untuk verifikasi ini adalah investasi kelembagaan yang biayanya jauh lebih kecil dibanding biaya kegagalan operasional fasilitas yang sudah dibangun.

### **R.8: Rekognisi Sektor Informal sebagai Komponen Sistem**

Pemulung, pengurus Bank Sampah Unit, dan lapak daur ulang adalah komponen aktif rantai nilai yang sudah beroperasi, seringkali lebih efisien dan lebih menjangkau dari sistem formal di tingkat yang sama. Kebijakan yang memperlakukan mereka sebagai variabel yang perlu "diterbitkan" atau "digantikan" cenderung keliru secara empiris dan berisiko mengganggu ekosistem yang sudah berjalan tanpa menyediakan pengganti yang setara. Yang dibutuhkan bukan registrasi formal yang dipaksakan, melainkan rekognisi: mengakui peran mereka dalam perencanaan operasional, tidak mendesain sistem yang secara struktural menggeser mereka tanpa jalur transisi, dan memastikan bahwa formalisasi, jika dilakukan, menghasilkan kondisi yang lebih baik bagi mereka, bukan sekadar

ketertiban administratif. Dalam konteks akses pembiayaan internasional, rekognisi ini dan isu GEDSI semakin menjadi prasyarat ESG, bukan sekadar pertimbangan sosial.

## 6.5 Rekomendasi untuk Calon Investor dan Development Partners

### R.9: Gunakan Output RIGA sebagai *First Filter*, Pahami Ekosistemnya

Output RIGA memberikan gambaran kesiapan ekosistem yang comparable antar daerah dalam waktu yang jauh lebih singkat dari studi formal, efisiensi yang signifikan untuk investor yang perlu melakukan screening awal atas banyak daerah sekaligus. Yang perlu dipahami adalah batas instrumen ini: RIGA adalah self-assessment yang akurasi bergantung pada kejujuran pengisi, dan output-nya adalah indikasi awal, bukan verifikasi. Penggunaan yang paling produktif: mempersempit shortlist dari banyak daerah ke beberapa yang layak untuk due diligence lebih dalam, sambil memperhatikan jalur alternatif yang ditunjukkan secara eksplisit oleh Signal Routing.

### R.10: Desain Blended Finance Berbasis Kondisi Aktual, Bukan Ideal

Instrumen blended finance yang dirancang untuk kondisi ideal akan menemukan sedikit takers di Indonesia. Yang dibutuhkan adalah instrumen yang dirancang untuk kondisi aktual: kapasitas fiskal menengah ke bawah, data yang belum sempurna, dan offtaker yang masih dalam negosiasi. Prasyarat blended finance dari development partners bersinggungan langsung dengan kondisi Signal Routing RIGA untuk jalur PLN/Hibah — memperbaiki kondisi pra-investasi yang terbaca RIGA sekaligus membuka akses ke ekosistem pendanaan yang lebih luas. Untuk proyek skala menengah yang belum bisa mencapai threshold tonase minimum lembaga hijau global secara mandiri, mekanisme *project pooling* lintas wilayah perlu dirancang sebagai produk pembiayaan tersendiri.

### R.11: Investasi pada Ecosystem Validator Tools, Bukan Hanya Infrastruktur Fisik

Pola kegagalan yang konsisten menunjukkan bahwa investasi pada infrastruktur fisik tanpa investasi paralel pada kapasitas ekosistem yang menopangnya hampir selalu menghasilkan aset yang tidak beroperasi optimal. Dalam portofolio investasi infrastruktur persampahan, alokasi untuk technical assistance, adopsi RIGA secara terstruktur, pelatihan monitoring kinerja, pendampingan negosiasi kontrak offtaker, seharusnya diperlakukan sebagai komponen yang menentukan keberhasilan investasi fisik, bukan biaya tambahan yang dipotong ketika anggaran ketat.

## 6.6 Rekomendasi untuk Operator Fasilitas dan Vendor Teknologi

### R.12: Bangun Kontrak Hilir dengan Alokasi Risiko yang Bisa Dipertahankan

Kontrak offtaker yang lemah secara arsitektur — MoU tanpa klausul take-or-pay, tanpa mekanisme penyelesaian sengketa kualitas, dengan durasi yang terlalu pendek untuk mendukung pembiayaan jangka Panjang, bukan hanya merugikan operator, tapi juga merugikan offtaker yang menginginkan kepastian pasokan. Klausul take-or-pay dikombinasikan dengan deliver-or-pay, mekanisme joint sampling dengan laboratorium pihak ketiga sebagai arbiter final, dan klausul deemed acceptance adalah komponen yang membuat relasi operator-offtaker lebih stabil bagi kedua pihak.

### R.13: Due Diligence Vendor adalah Manajemen Risiko, Bukan Prosedur Administratif

Lima dimensi due diligence di Bab 4, rekam jejak konstruksi, rekam jejak operasional, kesiapan dokumen teknis, komitmen performance guarantee, dan ekosistem purna jual — bukan checklist yang cukup diisi sekali di awal. Vendor yang belum bisa menyediakan referensi instalasi yang bisa

dikunjungi di Indonesia, belum bisa menghasilkan mass balance spesifik untuk feedstock daerah yang bersangkutan, atau belum memiliki ekosistem suku cadang lokal membawa risiko yang perlu dipertimbangkan secara serius. Tidak ada teknologi yang bagus di atas kertas yang bisa mengkompensasi ketidaksiapan ekosistem purna jual di lapangan.

## 6.7 Dua Langkah Kritis dalam Jangka Pendek

Dari seluruh rekomendasi di atas, dua yang tidak bisa menunggu bukan karena yang lain tidak penting, melainkan karena keduanya adalah enabler yang membuka atau menutup kemungkinan seluruh rekomendasi lain bekerja.

1. **Langkah pertama: mulai desain registri offtaker nasional, dimulai dari konsensus kelembagaan tentang siapa yang memimpin.** Tanpa keputusan ini, desain teknis registri tidak bisa dimulai secara serius. Titik masuk yang paling realistis adalah pilot terbatas pada dua atau tiga rantai produk yang offtaker-nya paling teridentifikasi, RDF ke industri semen, material daur ulang ke industri pengolah, kompos ke distributor pertanian, untuk menghasilkan pembelajaran tentang skema verifikasi, insentif partisipasi, dan tata kelola data sebelum ekspansi ke rantai produk lain.
2. **Langkah kedua: formalisasi posisi RIGA dalam alur kerja investment gate Bappenas** sebelum siklus perencanaan RPJMN berikutnya. Ini adalah keputusan kelembagaan, bukan teknis. Dengan format yang tepat, bukan sebagai kewajiban pelaporan baru, melainkan sebagai dokumen kesiapan dalam paket pengajuan proposal, RIGA bisa mengubah cara investment gate dilakukan: dari seleksi berbasis dokumen formal ke seleksi berbasis kesiapan ekosistem yang terverifikasi dan comparable antar daerah. Formalisasi ini idealnya berjalan beriringan dengan, bukan menunggu selesainya, siklus trial bertahap yang dijelaskan di 3.9. Penyelarasan perlu dilakukan dua arah: terhadap aturan investasi yang sudah berlaku, dan terhadap kebijakan investasi yang saat ini sedang disusun oleh Bappenas dengan dukungan SIPA-UNDP.

## 6.8 Catatan Penutup: Batas Kemampuan Instrumen

Laporan ini menghasilkan instrumen dan rekomendasi yang mengarah pada perbaikan arsitektur ekosistem. Tapi ada satu hal yang tidak bisa dilakukan oleh instrumen manapun, termasuk RIGA: ia tidak bisa menggantikan keputusan politik tentang prioritas. Seluruh analisis dalam laporan ini berpijak pada premis bahwa kegagalan sistem persampahan Indonesia adalah kegagalan ekosistem, bukan kegagalan niat. Premis itu masih perlu diuji, karena ada kondisi di mana ekosistem yang tidak berfungsi bukan karena tidak ada instrumen yang tepat, melainkan karena ti komitmen politik yang tidak cukup kuat untuk memperbaikinya.

RIGA adalah cermin yang menunjukkan posisi daerah secara jujur. Registri offtaker adalah infrastruktur yang mengurangi asimetri informasi. Arsitektur tipping fee berbasis kinerja adalah mekanisme yang memberi insentif pada hasil. Semua ini adalah prasyarat yang perlu, tapi tidak cukup, jika komitmen untuk bertindak berdasarkan apa yang cermin itu tunjukkan tidak ada.

*Rantai nilai persampahan yang viabel tidak dibangun oleh satu instrumen atau satu keputusan. Ia dibangun oleh konsistensi antara apa yang diukur, apa yang dikontrakkan, apa yang dibiayai, dan apa yang diprioritaskan, secara bersamaan, oleh pihak-pihak yang berbeda, dalam ekosistem yang saling bergantung*



Kementerian PPN/  
Bappenas



# LAMPIRAN



Supported by:



based on a decision of  
the German Bundestag

## DAFTAR LAMPIRAN

---

**Lampiran 1** Ringkasan Indikator RIGA

**Lampiran 2** Panduan Pengisian RIGA

**Lampiran 3** Matriks Kesiapan Implementasi

**Lampiran 4** Benchmark Global: Studi Komparatif Pengelolaan Sampah Internasional

## LAMPIRAN 1 RINGKASAN INDIKATOR RIGA

Lampiran ini menyajikan daftar lengkap indikator per pilar dalam tools RIGA. Setiap pilar disajikan dengan pengantar singkat yang menjelaskan logika penilaiannya, ringkasan hitungan indikator, dan tabel indikator lengkap beserta pilihan jawaban.

### Ringkasan Lintas Pilar

| Pilar                  | Kriteria | Total Ind. | MC  | Atributif | Check Claim | Pra-kondisi |
|------------------------|----------|------------|-----|-----------|-------------|-------------|
| Regulasi & Perencanaan | 6        | 52         | 20  | 14        | 18          | 8           |
| Pelayanan              | 5        | 48         | 28  | 1         | 19          | 1           |
| Sarana Prasarana       | 16       | ~153       | 38  | 77        | 38          | 5           |
| Pemrosesan             | 12       | ~90        | 42  | 21        | 27          | 0           |
| Finansial              | 5        | 42         | 14  | 21        | 7           | 4           |
| Institusional          | 5        | 43         | 28  | 2         | 13          | 3           |
| TOTAL                  | 49       | ~428       | 170 | 136       | 122         | 21          |

♦ = pra-kondisi (keberadaannya wajib sebelum penilaian lanjutan dilakukan) † = check claim (pengisi wajib menyertakan bukti dokumen)

### Pilar 1: Regulasi & Perencanaan

Pilar ini menjawab pertanyaan: apakah fondasi legal dan data dasar tersedia sebagai basis perencanaan yang akurat? Regulasi dan perencanaan bukan sekadar dokumen administratif, tanpa data timbulan yang valid dan regulasi tata kelola yang aktif, seluruh analisis kesiapan investasi berikutnya kehilangan pijakkannya. Pilar ini memiliki pra-kondisi terbanyak (8 dari 21 total) karena ia adalah lapisan pertama yang harus terpenuhi sebelum penilaian pilar lain bisa bermakna.

#### Ringkasan Indikator

**Kelompok kriteria: 6**

**Total indikator: 52**

— Multiple choice: 20

— Atributif numerik: 14

— Check claim: 18

**Pra-kondisi: 8**

#### Daftar Indikator

| No.                  | Indikator                                                        | Pilihan / Isian Jawaban                                                                 | ♦ | † |
|----------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| <b>1. Data dasar</b> |                                                                  |                                                                                         |   |   |
| 1                    | Timbulan sampah — metode pengukuran                              | a. Tidak ada data b. Ada dari estimasi referensi c. Ada dari pengukuran/sampling aktual | ♦ |   |
| 2                    | Timbulan sampah — jumlah rata-rata                               | Isian numerik (ton/hari)                                                                |   |   |
| 3                    | Timbulan sampah — bukti pengukuran                               | Tunjukkan dokumen pengukuran                                                            |   | † |
| 4                    | Densitas sampah — metode pengukuran                              | a. Tidak ada data b. Ada dari estimasi referensi c. Ada dari pengukuran/sampling aktual |   |   |
| 5                    | Densitas sampah — nilai rata-rata                                | Isian numerik (ton/m <sup>3</sup> )                                                     |   |   |
| 6                    | Densitas sampah — bukti pengukuran                               | Tunjukkan dokumen pengukuran                                                            |   | † |
| 7                    | Karakteristik kimia (kadar air, nilai kalor, kadar abu) — metode | a. Tidak ada data b. Ada dari estimasi referensi c. Ada dari pengukuran/sampling aktual |   |   |
| 8                    | Karakteristik kimia — nilai (kadar air, nilai kalor, kadar abu)  | Isian numerik (% , kcal/kg, %)                                                          |   |   |
| 9                    | Karakteristik kimia — bukti pengukuran                           | Tunjukkan dokumen pengukuran                                                            |   | † |

| No.                                               | Indikator                                                                                    | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                                             | ✦ | † |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 10                                                | Komposisi per sumber (pemukiman, pasar, fasum, komersial, industri) — metode                 | a. Tidak ada data b. Ada dari estimasi referensi c. Ada dari pengukuran/sampling aktual                                             |   |   |
| 11                                                | Komposisi per sumber — nilai per kategori                                                    | Isian numerik (% per sumber)                                                                                                        |   |   |
| 12                                                | Komposisi per sumber — bukti pengukuran                                                      | Tunjukkan dokumen pengukuran                                                                                                        |   | † |
| 13                                                | Komposisi per jenis (organik, plastik, kertas, logam, kaca, karet/kain, residu, B3) — metode | a. Tidak ada data b. Ada dari estimasi referensi c. Ada dari pengukuran/sampling aktual                                             |   |   |
| 14                                                | Komposisi per jenis — nilai per kategori                                                     | Isian numerik (% per jenis)                                                                                                         |   |   |
| 15                                                | Komposisi per jenis — bukti pengukuran                                                       | Tunjukkan dokumen pengukuran                                                                                                        |   | † |
| <b>2. Kajian sektor</b>                           |                                                                                              |                                                                                                                                     |   |   |
| 1                                                 | Kajian sosial (awareness, stakeholder mapping) — status                                      | a. Belum ada b. Ada desktop study c. Ada dengan pengukuran/sampling aktual                                                          |   |   |
| 2                                                 | Kajian sosial — cakupan                                                                      | a. 1+ kelurahan b. 1+ kecamatan c. Kota/Kab                                                                                         |   |   |
| 3                                                 | Kajian sosial — bukti dokumen                                                                | Tunjukkan dokumen kajian                                                                                                            |   | † |
| 4                                                 | Kajian topografi/hidrologi — status                                                          | a. Belum ada b. Ada desktop study c. Ada dengan pengukuran/sampling aktual                                                          |   |   |
| 5                                                 | Kajian topografi/hidrologi — cakupan                                                         | a. 1+ kelurahan b. 1+ kecamatan c. Kota/Kab                                                                                         |   |   |
| 6                                                 | Kajian topografi/hidrologi — bukti dokumen                                                   | Tunjukkan dokumen kajian                                                                                                            |   | † |
| 7                                                 | Kajian finansial-ekonomi (CBA, WTP) — status                                                 | a. Belum ada b. Ada desktop study c. Ada dengan pengukuran/sampling aktual                                                          |   |   |
| 8                                                 | Kajian finansial-ekonomi — cakupan                                                           | a. 1+ kelurahan b. 1+ kecamatan c. Kota/Kab                                                                                         |   |   |
| 9                                                 | Kajian lainnya                                                                               | Sebutkan nama kajian + tunjukkan dokumen                                                                                            |   | † |
| <b>3. Dokumen perencanaan sektoral &amp; kota</b> |                                                                                              |                                                                                                                                     |   |   |
| 1                                                 | RIPS/PTMP — status                                                                           | a. Tidak ada/outdated b. Ada, dalam proses pembaruan c. Ada dan sudah diperbarui                                                    | ✦ |   |
| 2                                                 | RIPS/PTMP — bukti dokumen                                                                    | Tunjukkan dokumen updated                                                                                                           |   | † |
| 3                                                 | JAKSTRADA — status                                                                           | a. Tidak ada/outdated b. Ada, dalam proses pembaruan c. Ada dan sudah diperbarui                                                    | ✦ |   |
| 4                                                 | JAKSTRADA — bukti dokumen                                                                    | Tunjukkan dokumen updated                                                                                                           |   | † |
| 5                                                 | Perencanaan kota (RPJMD/RTRW/RDTR) — kebijakan spesifik persampahan                          | a. Belum masuk b. Sedang dalam proses masuk c. Sudah masuk                                                                          | ✦ |   |
| 6                                                 | Kesiapan siklus anggaran (KUA-PPAS)                                                          | a. Belum masuk RKPD/Renja b. Sudah masuk RKPD/Renja, belum KUA-PPAS c. Sudah masuk KUA-PPAS atau dijadwalkan dengan dokumen lengkap |   |   |
| 7                                                 | KUA-PPAS — bukti (jika jawaban c)                                                            | Tunjukkan dokumen KUA-PPAS atau surat undangan pembahasan                                                                           |   | † |
| 8                                                 | Realisasi penyerapan DAK — tahun ke-1, ke-2, ke-3                                            | Isian numerik (% per tahun); rata-rata dihitung otomatis                                                                            |   |   |
| <b>4. Peraturan daerah</b>                        |                                                                                              |                                                                                                                                     |   |   |
| 1                                                 | Peraturan tata kelola persampahan umum                                                       | a. Tidak ada/outdated b. Ada, dalam proses pembaruan c. Ada dan sudah diperbarui                                                    | ✦ |   |
| 2                                                 | Peraturan tata kelola — nama peraturan                                                       | Sebutkan nama peraturan                                                                                                             |   | † |

| No.                                          | Indikator                                                | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                                | ✦ | † |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 3                                            | Peraturan retribusi (nilai dan mekanisme)                | a. Tidak ada/outdated b. Sedang dalam proses pembaruan c. Sudah diperbarui                                             | ✦ |   |
| 4                                            | Peraturan retribusi — nama peraturan                     | Sebutkan nama peraturan                                                                                                |   | † |
| 5                                            | Peraturan zonasi kawasan mandiri                         | a. Tidak ada/outdated b. Sedang dalam proses pembaruan c. Sudah diperbarui                                             |   |   |
| 6                                            | Peraturan zonasi — nama peraturan                        | Sebutkan nama peraturan                                                                                                |   | † |
| 7                                            | Peraturan lainnya                                        | a. Tidak ada/outdated b. Sedang dalam proses pembaruan c. Sudah diperbarui                                             |   |   |
| 8                                            | Peraturan lainnya — nama peraturan                       | Sebutkan nama peraturan                                                                                                |   | † |
| <b>5. Dokumen lingkungan</b>                 |                                                          |                                                                                                                        |   |   |
| 1                                            | Dokumen safeguard TPA (Amdal/UKL/UPL)                    | a. Tidak ada/outdated b. Sedang dalam proses pembaruan c. Sudah diperbarui                                             | ✦ |   |
| 2                                            | Safeguard TPA — bukti dokumen                            | Tunjukkan dokumen updated                                                                                              |   | † |
| 3                                            | Dokumen safeguard fasilitas lain (TPST, TPS3R, SPA, dll) | a. Tidak lengkap/belum diperbarui b. Dalam proses melengkapi c. Sudah lengkap                                          |   |   |
| 4                                            | Safeguard fasilitas lain — bukti dokumen                 | Tunjukkan dokumen updated                                                                                              |   | † |
| 5                                            | Dokumen lingkungan lainnya                               | a. Tidak ada/outdated b. Sedang dalam proses pembaruan c. Sudah diperbarui                                             |   |   |
| 6                                            | Dokumen lingkungan lainnya — sebutkan dan tunjukkan      | Sebutkan nama + tunjukkan dokumen                                                                                      |   | † |
| <b>6. Pelaporan &amp; rekognisi nasional</b> |                                                          |                                                                                                                        |   |   |
| 1                                            | Adipura — status partisipasi                             | a. Belum pernah b. Pernah, ≤3 kali c. Pernah, >3 kali                                                                  |   |   |
| 2                                            | Adipura — hasil partisipasi                              | a. Belum pernah dapat b. Pernah dapat min. 1 kali c. Pernah dapat Adipura Kencana                                      |   |   |
| 3                                            | Adipura — keterlibatan OPD                               | a. Hanya DLH b. Melibatkan salah satu dari Kesehatan/Bappeda/PU c. Melibatkan ketiganya                                |   |   |
| 4                                            | Pelaporan SIPSN — status partisipasi                     | a. Belum pernah b. Pernah, ≤3 tahun c. Pernah, >3 tahun                                                                | ✦ |   |
| 5                                            | Pelaporan WML — status partisipasi                       | a. Belum pernah b. Pernah dengan pendampingan c. Pernah dan isi mandiri                                                |   |   |
| 6                                            | Keterlibatan program/registrasi aksi iklim               | a. Belum pernah b. Sudah terlibat program iklim daerah/nasional c. Sudah registrasi SRN-PPI atau terlibat baseline MRV |   |   |
| 7                                            | Aksi iklim — bukti registrasi (jika jawaban c)           | Tunjukkan nomor registrasi SRN-PPI atau dokumen baseline MRV                                                           |   | † |

## Pilar 2: Pelayanan

Pilar ini menjawab pertanyaan: seberapa jauh layanan pengumpulan menjangkau warga, dan seberapa baik pemilahan di hulu termasuk keterlibatan sektor informal? Kualitas feedstock yang masuk ke fasilitas pengolahan adalah fungsi langsung dari desain layanan pengumpulan, frekuensi, cakupan, dan ada tidaknya sistem pemilahan terpilah. Sektor informal diposisikan sebagai komponen aktif yang direkognisi keberadaannya, bukan entitas yang perlu diregistrasi formal. Pilar ini hanya memiliki satu pra-kondisi (cakupan layanan DLH) karena ketidaksempurnaan layanan bukan penghalang masuk penilaian.

## Ringkasan Indikator

**Kelompok kriteria: 5**

**Total indikator: 48**

— Multiple choice: 28

— Atributif numerik: 1

— Check claim: 19

## Pra-kondisi: 1

### Daftar Indikator

| No.                                                    | Indikator                                                      | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                                                                                                             | ✦ | † |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| <b>1. Pola layanan kebersihan</b>                      |                                                                |                                                                                                                                                                                                     |   |   |
| 1                                                      | Penyedia layanan kebersihan                                    | Pilih boleh >1: a. DLH Kab/Kota/Provinsi b. Suku Dinas LH c. UPTD d. BLUD e. Kecamatan f. Kelurahan/Desa/Bumdes g. Kawasan komersial/mandiri h. KSM i. Dinas Pasar j. Dinas PU k. Swasta l. Lainnya |   |   |
| 2                                                      | Penyedia lainnya — sebutkan                                    | Isian bebas                                                                                                                                                                                         |   | † |
| 3                                                      | Tingkat cakupan layanan DLH                                    | a. Tidak ada data cakupan b. Cakupan belum 100% c. Cakupan sudah 100% dan terdata                                                                                                                   | ✦ |   |
| 4                                                      | Cakupan DLH — bukti pendataan                                  | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                                                                         |   | † |
| 5                                                      | Jika cakupan belum 100%: penanganan wilayah belum terlayani    | a. Diserahkan ke masyarakat tanpa pendataan b. DLH mendata dan membina c. DLH mendata, membina, dan ada rencana aksi                                                                                |   |   |
| 6                                                      | Penanganan wilayah belum terlayani — bukti                     | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                                                                         |   | † |
| 7                                                      | Pelayanan non-DLH: batasan wilayah dan kewenangan              | a. Belum ada batasan dan kewenangan jelas b. Ada batasan, belum jelas kewenangan c. Ada batasan dan kewenangan yang jelas dan terdata                                                               |   |   |
| 8                                                      | Batasan kewenangan non-DLH — bukti                             | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                                                                         |   | † |
| 9                                                      | Registrasi mitra pelayanan sampah                              | a. Tidak ada pendataan/registrasi b. Ada registrasi tapi informal c. Ada registrasi formal dan terdata                                                                                              |   |   |
| 10                                                     | Registrasi mitra — bukti                                       | Tunjukkan data registrasi                                                                                                                                                                           |   | † |
| 11                                                     | Frekuensi penjemputan door-to-door                             | a. Di atas 1 bulan sekali b. Antara 1 minggu–1 bulan sekali c. Di bawah 1 minggu sekali dan sudah terdata                                                                                           |   |   |
| 12                                                     | Frekuensi pengangkutan TPS ke TPA/fasilitas                    | a. Di atas 1 bulan sekali b. Antara 1 minggu–1 bulan sekali c. Di bawah 1 minggu sekali dan sudah terdata                                                                                           |   |   |
| 13                                                     | Frekuensi pengangkutan — bukti pendataan                       | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                                                                         |   | † |
| 14                                                     | Optimalisasi dan pengembangan layanan                          | a. Belum ada perencanaan b. Ada perencanaan belum finalisasi c. Ada finalisasi dan pelaksanaan bertahap                                                                                             |   |   |
| 15                                                     | Optimalisasi — bukti rencana aksi                              | Tunjukkan dokumen rencana aksi                                                                                                                                                                      |   | † |
| <b>2. Pola layanan pemilahan &amp; sektor informal</b> |                                                                |                                                                                                                                                                                                     |   |   |
| 1                                                      | Layanan pemilahan di sumber (pewadahan terpilah)               | a. Tidak ada b. Ada di sebagian kecil wilayah c. Ada di sebagian besar wilayah dan sudah terdata                                                                                                    |   |   |
| 2                                                      | Pemilahan di sumber — bukti pendataan                          | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                                                                         |   | † |
| 3                                                      | Layanan pemilahan di fasilitas (TPS3R, Bank Sampah, TPST)      | a. Tidak ada b. Ada di sebagian kecil wilayah c. Ada di sebagian besar wilayah dan sudah terdata                                                                                                    |   |   |
| 4                                                      | Pemilahan di fasilitas — bukti pendataan                       | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                                                                         |   | † |
| 5                                                      | Sektor informal daur ulang (pemulung kota/TPA, lapak kota/TPA) | a. Tidak ada atau tidak terdata b. Ada di sebagian kecil wilayah dan terdata c. Ada di sebagian besar wilayah dan terdata                                                                           |   |   |
| 6                                                      | Sektor informal — bukti pendataan                              | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                                                                         |   | † |
| 7                                                      | Layanan transfer hasil pemilahan secara terpilah               | a. Tidak ada b. Ada di sebagian kecil wilayah c. Ada di sebagian besar wilayah dan sudah terdata                                                                                                    |   |   |
| 8                                                      | Transfer terpilah — bukti pendataan                            | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                                                                         |   | † |

| No.                                                    | Indikator                                                                                           | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                                                     | ✦ | † |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 9                                                      | Optimalisasi dan pengembangan pemilahan                                                             | a. Belum ada perencanaan b. Ada perencanaan belum finalisasi c. Ada finalisasi dan pelaksanaan bertahap                                     |   |   |
| 10                                                     | Optimalisasi pemilahan — bukti rencana aksi                                                         | Tunjukkan dokumen rencana aksi                                                                                                              |   | † |
| <b>3. Layanan penanganan B3 rumah tangga</b>           |                                                                                                     |                                                                                                                                             |   |   |
| 1                                                      | Ketersediaan layanan                                                                                | a. Belum ada b. Sedang proses penyediaan c. Sudah ada dan terdata                                                                           |   |   |
| 2                                                      | B3 RT — bukti pendataan                                                                             | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                 |   | † |
| 3                                                      | Jika belum ada/berproses: status perencanaan                                                        | a. Belum ada perencanaan b. Ada perencanaan belum spesifik kapasitas/lokasi/mitra c. Ada perencanaan dengan spesifik kapasitas/lokasi/mitra |   |   |
| 4                                                      | Perencanaan B3 RT — bukti                                                                           | Tunjukkan dokumen perencanaan                                                                                                               |   | † |
| 5                                                      | Jika sudah ada: metoda penanganan (drop point, mitra pengangkut/pengolah, registrasi mitra berizin) | a. Belum ada metoda, dilakukan random b. Ada metoda, belum optimal dan belum terdata c. Ada metoda, cukup optimal dan terdata               |   |   |
| 6                                                      | Metoda B3 RT — bukti pendataan                                                                      | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                 |   | † |
| <b>4. Pengawasan layanan, pengaduan &amp; mitigasi</b> |                                                                                                     |                                                                                                                                             |   |   |
| 1                                                      | Pengawasan layanan (visit lapangan, ceklist, logbook)                                               | a. Belum ada metoda, dilakukan random b. Ada metoda, belum optimal dan belum terdata c. Ada metoda, cukup optimal dan terdata               |   |   |
| 2                                                      | Akses dan pencatatan pengaduan (insidental, WA, manifest SOP, apps)                                 | a. Belum ada metoda, dilakukan random b. Ada metoda, belum optimal dan belum terdata c. Ada metoda, cukup optimal dan terdata               |   |   |
| 3                                                      | Pengaduan — bukti pendataan                                                                         | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                 |   | † |
| 4                                                      | Mitigasi tindak lanjut temuan/pengaduan                                                             | a. Belum ada metoda, dilakukan random b. Ada metoda, belum optimal dan belum terdata c. Ada metoda, cukup optimal dan terdata               |   |   |
| 5                                                      | Mitigasi — bukti pendataan                                                                          | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                 |   | † |
| 6                                                      | Perangkat pendukung dan teknologi digital (CCTV, jembatan timbang, GPS, platform)                   | a. Belum ada perangkat b. Ada perangkat, belum optimal dan belum terdata c. Ada perangkat, cukup optimal dan terdata                        |   |   |
| 7                                                      | Perangkat digital — bukti pendataan                                                                 | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                 |   | † |
| 8                                                      | Optimalisasi dan pengembangan pengawasan                                                            | a. Belum ada perencanaan b. Ada perencanaan belum finalisasi c. Ada finalisasi dan pelaksanaan bertahap                                     |   |   |
| 9                                                      | Optimalisasi pengawasan — bukti rencana aksi                                                        | Tunjukkan dokumen rencana aksi                                                                                                              |   | † |
| <b>5. Layanan penanganan sampah khusus</b>             |                                                                                                     |                                                                                                                                             |   |   |
| 1                                                      | Sampah sungai/perairan/laut — ketersediaan layanan                                                  | a. Belum ada b. Sedang proses penyediaan c. Sudah ada dan terdata                                                                           |   |   |
| 2                                                      | Sungai/perairan — status perencanaan (jika belum ada)                                               | a. Belum ada b. Ada perencanaan belum spesifik c. Ada perencanaan dengan spesifik lokasi/metoda                                             |   |   |
| 3                                                      | Sungai/perairan — metoda penanganan (jika sudah ada)                                                | a. Belum ada metoda, dilakukan random b. Ada metoda, belum optimal c. Ada metoda, cukup optimal dan terdata                                 |   |   |
| 4                                                      | Sampah spesifik — ketersediaan layanan                                                              | a. Belum ada b. Sedang proses penyediaan c. Sudah ada dan terdata                                                                           |   |   |
| 5                                                      | Sampah spesifik — status perencanaan (jika belum ada)                                               | a. Belum ada b. Ada perencanaan belum spesifik c. Ada perencanaan dengan spesifik lokasi/metoda                                             |   |   |
| 6                                                      | Sampah spesifik — metoda penanganan (jika sudah ada)                                                | a. Belum ada metoda, dilakukan random b. Ada metoda, belum optimal c. Ada metoda, cukup optimal dan terdata                                 |   |   |

| No. | Indikator                                         | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                     | ✦ | † |
|-----|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 7   | Bulky waste — ketersediaan layanan                | a. Belum ada b. Sedang proses penyediaan c. Sudah ada dan terdata                                           |   |   |
| 8   | Bulky waste — status perencanaan (jika belum ada) | a. Belum ada b. Ada perencanaan belum spesifik c. Ada perencanaan dengan spesifik lokasi/metoda             |   |   |
| 9   | Bulky waste — metoda penanganan (jika sudah ada)  | a. Belum ada metoda, dilakukan random b. Ada metoda, belum optimal c. Ada metoda, cukup optimal dan terdata |   |   |

### Pilar 3: Sarana Prasarana

Pilar ini menjawab pertanyaan: apakah rantai infrastruktur fisik dari TPS hingga TPA berfungsi, dan berapa rasio unit terpasang vs aktif? Pilar ini mencakup seluruh rantai infrastruktur, TPS, TPS3R, BSU, TPST, BSI, SPA, armada, tungku bakar, hingga TPA. Pola strukturnya berulang untuk setiap jenis fasilitas: ketersediaan dan keberfungsian (unit terpasang vs berfungsi), kondisi fasilitas dan delivery model, serta neraca sampah dan keuangan. Pilar ini adalah yang paling padat secara volume, sekitar 153 entry didominasi atributif numerik dari pasangan data terpasang/berfungsi.

### Ringkasan Indikator

**Kelompok kriteria: 16**

**Total indikator: ~153**

- Multiple choice: 38
- Atributif numerik: 77
- Check claim: 38

**Pra-kondisi: 5**

### Daftar Indikator

| No.                                                   | Indikator                                                             | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                 | ✦ | † |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| <b>1. TPS: ketersediaan &amp; keberfungsian</b>       |                                                                       |                                                                                                         |   |   |
| 1                                                     | TPS — ketersediaan fasilitas                                          | a. Tidak ada fasilitas b. Ada tapi belum didata c. Ada dan sudah didata                                 | ✦ |   |
| 2                                                     | TPS — ketersediaan, bukti pendataan                                   | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                             |   | † |
| 3                                                     | TPS — unit terpasang (jumlah, sebaran, populasi layanan, kapasitas)   | Isian numerik (4 sub-entry)                                                                             |   |   |
| 4                                                     | TPS — unit berfungsi (jumlah, sebaran, populasi layanan, kapasitas)   | Isian numerik (4 sub-entry)                                                                             |   |   |
| 5                                                     | TPS — optimalisasi dan pengembangan                                   | a. Belum ada perencanaan b. Ada perencanaan belum finalisasi c. Ada finalisasi dan pelaksanaan bertahap |   |   |
| 6                                                     | TPS — optimalisasi, bukti rencana aksi                                | Tunjukkan dokumen rencana aksi                                                                          |   | † |
| <b>2. TPS: kondisi fasilitas &amp; delivery model</b> |                                                                       |                                                                                                         |   |   |
| 1                                                     | TPS — di bantaran sungai tanpa dinding pembatas                       | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                       |   |   |
| 2                                                     | TPS — kondisi fisik/peralatan kurang memadai                          | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                       |   |   |
| 3                                                     | TPS — kondisi kurang memadai, bukti                                   | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                             |   | † |
| 4                                                     | TPS — lahan sengketa                                                  | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                       |   |   |
| 5                                                     | TPS — lahan sengketa, bukti                                           | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                             |   | † |
| 6                                                     | TPS — delivery model (APBD/DLH/UPTD, kemitraan KSM, kemitraan swasta) | Isian numerik (unit per model)                                                                          |   |   |

| No.                                                             | Indikator                                                               | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                  | ✦ | † |
|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 7                                                               | TPS — luas <200 m <sup>2</sup>                                          | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata<br>c. Tidak ada dan masuk pendataan                     |   |   |
| 8                                                               | TPS — luas <200 m <sup>2</sup> , bukti                                  | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| <b>3. TPS3R: ketersediaan &amp; keberfungsian</b>               |                                                                         |                                                                                                          |   |   |
| 1                                                               | TPS3R — ketersediaan fasilitas                                          | a. Tidak ada fasilitas b. Ada tapi belum didata c. Ada dan sudah didata                                  | ✦ |   |
| 2                                                               | TPS3R — ketersediaan, bukti pendataan                                   | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 3                                                               | TPS3R — unit terpasang (jumlah, sebaran, populasi layanan, kapasitas)   | Isian numerik (4 sub-entry)                                                                              |   |   |
| 4                                                               | TPS3R — unit berfungsi (jumlah, sebaran, populasi layanan, kapasitas)   | Isian numerik (4 sub-entry)                                                                              |   |   |
| 5                                                               | TPS3R — optimalisasi dan pengembangan                                   | a. Belum ada perencanaan b. Ada perencanaan belum finalisasi c. Ada finalisasi dan pelaksanaan bertahap  |   |   |
| 6                                                               | TPS3R — optimalisasi, bukti rencana aksi                                | Tunjukkan dokumen rencana aksi                                                                           |   | † |
| <b>4. TPS3R: kondisi fasilitas, delivery model &amp; neraca</b> |                                                                         |                                                                                                          |   |   |
| 1                                                               | TPS3R — akses lokasi kurang baik                                        | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata<br>c. Tidak ada dan masuk pendataan                     |   |   |
| 2                                                               | TPS3R — akses kurang baik, bukti                                        | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 3                                                               | TPS3R — kondisi fisik/peralatan kurang memadai                          | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata<br>c. Tidak ada dan masuk pendataan                     |   |   |
| 4                                                               | TPS3R — kondisi kurang memadai, bukti                                   | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 5                                                               | TPS3R — lahan sengketa                                                  | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata<br>c. Tidak ada dan masuk pendataan                     |   |   |
| 6                                                               | TPS3R — lahan sengketa, bukti                                           | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 7                                                               | TPS3R — delivery model (APBD/DLH/UPTD, kemitraan KSM, kemitraan swasta) | Isian numerik (unit per model)                                                                           |   |   |
| 8                                                               | TPS3R — neraca sampah: status pendataan                                 | a. Belum ada pendataan b. Ada pendataan belum optimal c. Ada pendataan dan ada rencana aksi optimalisasi |   |   |
| 9                                                               | TPS3R — neraca sampah, bukti                                            | Sebutkan dan tunjukkan                                                                                   |   | † |
| 10                                                              | TPS3R — hasil pilahan daur ulang; hasil pilahan residu                  | Isian numerik (ton/hari, 2 sub-entry)                                                                    |   |   |
| 11                                                              | TPS3R — pendataan keuangan (iuran, penjualan, kas)                      | a. Belum ada pendataan b. Ada pendataan belum optimal c. Ada pendataan dan ada rencana aksi optimalisasi |   |   |
| 12                                                              | TPS3R — pendataan keuangan, bukti                                       | Tunjukkan dokumen                                                                                        |   | † |
| <b>5. BSU: ketersediaan &amp; keberfungsian</b>                 |                                                                         |                                                                                                          |   |   |
| 1                                                               | BSU — ketersediaan fasilitas                                            | a. Tidak ada fasilitas b. Ada tapi belum didata c. Ada dan sudah didata                                  | ✦ |   |
| 2                                                               | BSU — ketersediaan, bukti pendataan                                     | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 3                                                               | BSU — unit terpasang (jumlah, sebaran, populasi layanan, kapasitas)     | Isian numerik (4 sub-entry)                                                                              |   |   |
| 4                                                               | BSU — unit berfungsi (jumlah, sebaran, populasi layanan, kapasitas)     | Isian numerik (4 sub-entry)                                                                              |   |   |
| 5                                                               | BSU — optimalisasi dan pengembangan                                     | a. Belum ada perencanaan b. Ada perencanaan belum finalisasi c. Ada finalisasi dan pelaksanaan bertahap  |   |   |

| No.                                                            | Indikator                                                                          | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                  | ✦ | † |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 6                                                              | BSU — optimalisasi, bukti rencana aksi                                             | Tunjukkan dokumen rencana aksi                                                                           |   | † |
| <b>6. BSU: kondisi fasilitas, delivery model &amp; neraca</b>  |                                                                                    |                                                                                                          |   |   |
| 1                                                              | BSU — akses lokasi kurang baik                                                     | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                        |   |   |
| 2                                                              | BSU — akses kurang baik, bukti                                                     | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 3                                                              | BSU — kondisi fisik/peralatan kurang memadai                                       | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                        |   |   |
| 4                                                              | BSU — kondisi kurang memadai, bukti                                                | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 5                                                              | BSU — lahan sengketa                                                               | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                        |   |   |
| 6                                                              | BSU — lahan sengketa, bukti                                                        | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 7                                                              | BSU — delivery model (APBD/DLH/UPTD, kemitraan KSM, kemitraan swasta)              | Isian numerik (unit per model)                                                                           |   |   |
| 8                                                              | BSU — neraca sampah: status pendataan                                              | a. Belum ada pendataan b. Ada pendataan belum optimal c. Ada pendataan dan ada rencana aksi optimalisasi |   |   |
| 9                                                              | BSU — neraca sampah, bukti                                                         | Sebutkan dan tunjukkan                                                                                   |   | † |
| 10                                                             | BSU — hasil pilahan daur ulang; hasil pilahan residu                               | Isian numerik (ton/hari, 2 sub-entry)                                                                    |   |   |
| 11                                                             | BSU — pendataan keuangan (iuran, penjualan, kas)                                   | a. Belum ada pendataan b. Ada pendataan belum optimal c. Ada pendataan dan ada rencana aksi optimalisasi |   |   |
| 12                                                             | BSU — pendataan keuangan, bukti                                                    | Tunjukkan dokumen                                                                                        |   | † |
| <b>7. TPST: ketersediaan &amp; keberfungsian</b>               |                                                                                    |                                                                                                          |   |   |
| 1                                                              | TPST — ketersediaan fasilitas                                                      | a. Tidak ada fasilitas b. Ada tapi belum didata c. Ada dan sudah didata                                  |   |   |
| 2                                                              | TPST — ketersediaan, bukti pendataan                                               | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 3                                                              | TPST — unit terpasang (jumlah, sebaran, populasi layanan, populasi BSU, kapasitas) | Isian numerik (5 sub-entry)                                                                              |   |   |
| 4                                                              | TPST — unit berfungsi (jumlah, sebaran, populasi layanan, populasi BSU, kapasitas) | Isian numerik (5 sub-entry)                                                                              |   |   |
| 5                                                              | TPST — optimalisasi dan pengembangan                                               | a. Belum ada perencanaan b. Ada perencanaan belum finalisasi c. Ada finalisasi dan pelaksanaan bertahap  |   |   |
| 6                                                              | TPST — optimalisasi, bukti rencana aksi                                            | Tunjukkan dokumen rencana aksi                                                                           |   | † |
| <b>8. TPST: kondisi fasilitas, delivery model &amp; neraca</b> |                                                                                    |                                                                                                          |   |   |
| 1                                                              | TPST — akses lokasi kurang baik                                                    | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                        |   |   |
| 2                                                              | TPST — akses kurang baik, bukti                                                    | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 3                                                              | TPST — kondisi fisik/peralatan kurang memadai                                      | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                        |   |   |
| 4                                                              | TPST — kondisi kurang memadai, bukti                                               | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 5                                                              | TPST — lahan sengketa                                                              | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                        |   |   |
| 6                                                              | TPST — lahan sengketa, bukti                                                       | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |

| No.                                                            | Indikator                                                                         | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                  | ✦ | † |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 7                                                              | TPST — delivery model (APBD/DLH/UPTD, kemitraan KSM, kemitraan swasta)            | Isian numerik (unit per model)                                                                           |   |   |
| 8                                                              | TPST — neraca sampah: status pendataan                                            | a. Belum ada pendataan b. Ada pendataan belum optimal c. Ada pendataan dan ada rencana aksi optimalisasi |   |   |
| 9                                                              | TPST — neraca sampah, bukti                                                       | Sebutkan dan tunjukkan                                                                                   |   | † |
| 10                                                             | TPST — hasil pilahan daur ulang; hasil pilahan residu                             | Isian numerik (ton/hari, 2 sub-entry)                                                                    |   |   |
| 11                                                             | TPST — pendataan keuangan (iuran, penjualan, kas)                                 | a. Belum ada pendataan b. Ada pendataan belum optimal c. Ada pendataan dan ada rencana aksi optimalisasi |   |   |
| 12                                                             | TPST — pendataan keuangan, bukti                                                  | Tunjukkan dokumen                                                                                        |   | † |
| <b>9. BSI: ketersediaan &amp; keberfungsian</b>                |                                                                                   |                                                                                                          |   |   |
| 1                                                              | BSI — ketersediaan fasilitas                                                      | a. Tidak ada fasilitas b. Ada tapi belum didata c. Ada dan sudah didata                                  |   |   |
| 2                                                              | BSI — ketersediaan, bukti pendataan                                               | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 3                                                              | BSI — unit terpasang (jumlah, sebaran, populasi layanan, populasi BSU, kapasitas) | Isian numerik (5 sub-entry)                                                                              |   |   |
| 4                                                              | BSI — unit berfungsi (jumlah, sebaran, populasi layanan, populasi BSU, kapasitas) | Isian numerik (5 sub-entry)                                                                              |   |   |
| 5                                                              | BSI — optimalisasi dan pengembangan                                               | a. Belum ada perencanaan b. Ada perencanaan belum finalisasi c. Ada finalisasi dan pelaksanaan bertahap  |   |   |
| 6                                                              | BSI — optimalisasi, bukti rencana aksi                                            | Tunjukkan dokumen rencana aksi                                                                           |   | † |
| <b>10. BSI: kondisi fasilitas, delivery model &amp; neraca</b> |                                                                                   |                                                                                                          |   |   |
| 1                                                              | BSI — akses lokasi kurang baik                                                    | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                        |   |   |
| 2                                                              | BSI — akses kurang baik, bukti                                                    | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 3                                                              | BSI — kondisi fisik/peralatan kurang memadai                                      | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                        |   |   |
| 4                                                              | BSI — kondisi kurang memadai, bukti                                               | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 5                                                              | BSI — lahan sengketa                                                              | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                        |   |   |
| 6                                                              | BSI — lahan sengketa, bukti                                                       | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 7                                                              | BSI — delivery model (APBD/DLH/UPTD, kemitraan KSM, kemitraan swasta)             | Isian numerik (unit per model)                                                                           |   |   |
| 8                                                              | BSI — neraca sampah: status pendataan                                             | a. Belum ada pendataan b. Ada pendataan belum optimal c. Ada pendataan dan ada rencana aksi optimalisasi |   |   |
| 9                                                              | BSI — neraca sampah, bukti                                                        | Sebutkan dan tunjukkan                                                                                   |   | † |
| 10                                                             | BSI — hasil pilahan daur ulang; hasil pilahan residu                              | Isian numerik (ton/hari, 2 sub-entry)                                                                    |   |   |
| 11                                                             | BSI — pendataan keuangan (iuran, penjualan, kas)                                  | a. Belum ada pendataan b. Ada pendataan belum optimal c. Ada pendataan dan ada rencana aksi optimalisasi |   |   |
| 12                                                             | BSI — pendataan keuangan, bukti                                                   | Tunjukkan dokumen                                                                                        |   | † |
| <b>11. SPA: ketersediaan &amp; keberfungsian</b>               |                                                                                   |                                                                                                          |   |   |
| 1                                                              | SPA — ketersediaan fasilitas                                                      | a. Tidak ada fasilitas b. Ada tapi belum didata c. Ada dan sudah didata                                  |   |   |

| No.                                                                          | Indikator                                                                         | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                  | ✦ | † |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 2                                                                            | SPA — ketersediaan, bukti pendataan                                               | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 3                                                                            | SPA — unit terpasang (jumlah, sebaran, populasi layanan, populasi BSU, kapasitas) | Isian numerik (5 sub-entry)                                                                              |   |   |
| 4                                                                            | SPA — unit berfungsi (jumlah, sebaran, populasi layanan, populasi BSU, kapasitas) | Isian numerik (5 sub-entry)                                                                              |   |   |
| 5                                                                            | SPA — optimalisasi dan pengembangan                                               | a. Belum ada perencanaan b. Ada perencanaan belum finalisasi c. Ada finalisasi dan pelaksanaan bertahap  |   |   |
| 6                                                                            | SPA — optimalisasi, bukti rencana aksi                                            | Tunjukkan dokumen rencana aksi                                                                           |   | † |
| <b>12. SPA: kondisi fasilitas, delivery model &amp; neraca</b>               |                                                                                   |                                                                                                          |   |   |
| 1                                                                            | SPA — akses lokasi kurang baik                                                    | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                        |   |   |
| 2                                                                            | SPA — akses kurang baik, bukti                                                    | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 3                                                                            | SPA — kondisi fisik/peralatan kurang memadai                                      | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                        |   |   |
| 4                                                                            | SPA — kondisi kurang memadai, bukti                                               | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 5                                                                            | SPA — lahan sengketa                                                              | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Tidak ada dan masuk pendataan                        |   |   |
| 6                                                                            | SPA — lahan sengketa, bukti                                                       | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 7                                                                            | SPA — delivery model (APBD/DLH/UPTD, kemitraan KSM, kemitraan swasta)             | Isian numerik (unit per model)                                                                           |   |   |
| 8                                                                            | SPA — neraca sampah: status pendataan                                             | a. Belum ada pendataan b. Ada pendataan belum optimal c. Ada pendataan dan ada rencana aksi optimalisasi |   |   |
| 9                                                                            | SPA — neraca sampah, bukti                                                        | Sebutkan dan tunjukkan                                                                                   |   | † |
| 10                                                                           | SPA — hasil pilahan daur ulang; hasil pilahan residu                              | Isian numerik (ton/hari, 2 sub-entry)                                                                    |   |   |
| 11                                                                           | SPA — pendataan keuangan (iuran, penjualan, kas)                                  | a. Belum ada pendataan b. Ada pendataan belum optimal c. Ada pendataan dan ada rencana aksi optimalisasi |   |   |
| 12                                                                           | SPA — pendataan keuangan, bukti                                                   | Tunjukkan dokumen                                                                                        |   | † |
| <b>13. Armada pengangkutan &amp; alat berat</b>                              |                                                                                   |                                                                                                          |   |   |
| 1                                                                            | Armada — ketersediaan fasilitas                                                   | a. Tidak ada b. Ada tapi belum didata c. Ada dan sudah didata                                            | ✦ |   |
| 2                                                                            | Armada — ketersediaan, bukti pendataan                                            | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                              |   | † |
| 3                                                                            | Armada — unit terpasang (dump truck, compactor, arm roll, alat berat)             | Isian numerik (unit, 4 sub-entry)                                                                        |   |   |
| 4                                                                            | Armada — unit berfungsi (dump truck, compactor, arm roll, alat berat)             | Isian numerik (unit, 4 sub-entry)                                                                        |   |   |
| 5                                                                            | Armada — optimalisasi dan pengembangan                                            | a. Belum ada perencanaan b. Ada perencanaan belum finalisasi c. Ada finalisasi dan pelaksanaan bertahap  |   |   |
| 6                                                                            | Armada — bukti rencana aksi                                                       | Tunjukkan dokumen rencana aksi                                                                           |   | † |
| <b>14. Tungku pembakaran (hanya tertentu; sangat tidak direkomendasikan)</b> |                                                                                   |                                                                                                          |   |   |
| 1                                                                            | Tungku — ketersediaan fasilitas                                                   | a. Tidak ada b. Ada tapi belum berizin c. Ada dan sudah berizin                                          |   |   |
| 2                                                                            | Tungku — bukti izin                                                               | Tunjukkan dokumen izin                                                                                   |   | † |

| No.                                                   | Indikator                                                                               | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                                                               | ✦ | † |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 3                                                     | Tungku — jumlah unit terpasang; jumlah unit berfungsi                                   | Isian numerik (unit, 2 sub-entry)                                                                                                                     |   |   |
| 4                                                     | Tungku — kapasitas terpasang; kapasitas berfungsi                                       | Isian numerik (ton/hari, 2 sub-entry)                                                                                                                 |   |   |
| 5                                                     | Tungku — teknologi pembakaran                                                           | Isian bebas                                                                                                                                           |   |   |
| 6                                                     | Tungku — metoda penggunaan (feedstock, pre-treatment, BBM, suhu >800°C, penanganan abu) | a. Belum ada metoda b. Ada metoda belum optimal<br>c. Ada metoda, cukup optimal dan terdata                                                           |   |   |
| 7                                                     | Tungku — metoda penggunaan, bukti                                                       | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                           |   | † |
| 8                                                     | Tungku — frekuensi penggunaan                                                           | a. Di bawah 1 minggu sekali b. Antara 1 minggu–1 bulan<br>c. Di atas 1 bulan sekali dengan pendataan                                                  |   |   |
| 9                                                     | Tungku — frekuensi, bukti                                                               | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                           |   | † |
| 10                                                    | Tungku — metoda pemantauan (cek emisi, FABA, pemantauan mesin)                          | a. Belum ada metoda b. Ada metoda belum optimal<br>c. Ada metoda, cukup optimal dan terdata                                                           |   |   |
| 11                                                    | Tungku — pemantauan, bukti                                                              | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                           |   | † |
| <b>15. TPA: kondisi umum</b>                          |                                                                                         |                                                                                                                                                       |   |   |
| 1                                                     | TPA — ketersediaan fasilitas                                                            | a. Tidak ada b. Ada tapi belum didata c. Ada dan sudah didata                                                                                         | ✦ |   |
| 2                                                     | TPA — ketersediaan, bukti pendataan                                                     | Tunjukkan dokumen pendataan                                                                                                                           |   | † |
| 3                                                     | TPA — jumlah unit beroperasi                                                            | Isian numerik (unit)                                                                                                                                  |   |   |
| 4                                                     | TPA — kondisi                                                                           | a. Open dumping b. Controlled landfill c. Sanitary landfill                                                                                           |   |   |
| 5                                                     | TPA — status cakupan layanan                                                            | a. Daerah b. Regional                                                                                                                                 |   |   |
| 6                                                     | TPA — populasi layanan                                                                  | a. Tidak ada data b. Belum 100% c. 100% dan terdata                                                                                                   |   |   |
| 7                                                     | TPA — kapasitas masuk, luas lahan, beroperasi sejak tahun                               | Isian numerik (3 sub-entry)                                                                                                                           |   |   |
| 8                                                     | TPA — delivery model                                                                    | a. APBD/DLH/UPTD b. Kemitraan swasta                                                                                                                  |   |   |
| 9                                                     | TPA — nama pengelola                                                                    | Isian bebas                                                                                                                                           |   |   |
| 10                                                    | TPA — optimalisasi dan pengembangan                                                     | a. Belum ada perencanaan b. Ada perencanaan belum finalisasi<br>c. Ada finalisasi dan pelaksanaan bertahap                                            |   |   |
| <b>16. TPA: operasional &amp; mitigasi lingkungan</b> |                                                                                         |                                                                                                                                                       |   |   |
| 1                                                     | Pengendalian lindi dan gas metan TPA                                                    | a. Tidak ada pengendalian b. Ada salah satu saja (lindi atau gas metan)<br>c. Keduanya ada dan termonitor (lindi aktif + gas metan + pemadatan rutin) |   |   |
| 2                                                     | Pengendalian lindi/gas — bukti (jika jawaban c)                                         | Tunjukkan laporan pemantauan lindi dan gas TPA                                                                                                        |   | † |

## Pilar 4: Pemrosesan

Pilar ini menjawab pertanyaan: teknologi apa yang sudah berjalan, seberapa matang ekosistemnya, dan apakah offtaker sudah teridentifikasi? Tiga teknologi dinilai — biologis, mekanikal, dan termal WtE — masing-masing melalui empat blok: status implementasi dan rencana, metoda dan delivery model, kapasitas dan feedstock, serta mitra offtaker. Pilar ini satu-satunya yang tidak memiliki pra-kondisi: ketiadaan fasilitas pengolahan eksisting bukan penghalang masuk penilaian. Yang menentukan adalah identifikasi offtaker, bukan keberadaan teknologi saat ini.

## Ringkasan Indikator

**Kelompok kriteria: 12**

**Total indikator: ~90**

- Multiple choice: 42
- Atributif numerik: 21
- Check claim: 27

**Daftar Indikator**

| No.                                                                | Indikator                                                    | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                                      | ✦ | † |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| <b>1. Biologis: status implementasi &amp; rencana pengembangan</b> |                                                              |                                                                                                                              |   |   |
| 1                                                                  | Biologis — status implementasi                               | a. Belum ada b. Sudah ada namun belum optimal<br>c. Sudah ada dan cukup optimal                                              |   |   |
| 2                                                                  | Biologis — rencana dalam dokumen perencanaan                 | a. Belum masuk perencanaan b. Sudah masuk belum spesifik kapasitas/metoda<br>c. Sudah masuk dengan spesifik kapasitas/metoda |   |   |
| 3                                                                  | Biologis — rencana, bukti dokumen                            | Tunjukkan dokumen perencanaan                                                                                                |   | † |
| 4                                                                  | Biologis — provider teknologi potensial                      | a. Belum ada identifikasi b. Ada identifikasi belum diverifikasi<br>c. Ada identifikasi dan sudah diverifikasi               |   |   |
| 5                                                                  | Biologis — provider potensial, bukti                         | Tunjukkan dokumen                                                                                                            |   | † |
| 6                                                                  | Biologis — offtaker hasil pengolahan                         | a. Belum ada identifikasi b. Sedang melakukan identifikasi<br>c. Sudah ada identifikasi dan peminatan mitra                  |   |   |
| 7                                                                  | Biologis — offtaker potensial, bukti                         | Tunjukkan dokumen                                                                                                            |   | † |
| 8                                                                  | Biologis — jarak ke offtaker potensial terjauh               | Isian numerik (km)                                                                                                           |   |   |
| 9                                                                  | Biologis — lahan: identifikasi dan estimasi kebutuhan        | a. Belum ada identifikasi b. Ada identifikasi belum ada tindak lanjut<br>c. Ada identifikasi dan sudah ada tindak lanjut     |   |   |
| 10                                                                 | Biologis — lahan, bukti                                      | Tunjukkan dokumen                                                                                                            |   | † |
| 11                                                                 | Biologis — kebijakan pendanaan: estimasi dan mekanisme       | a. Belum ada estimasi/identifikasi b. Ada estimasi belum ada tindak lanjut<br>c. Ada estimasi dan sudah ada tindak lanjut    |   |   |
| 12                                                                 | Biologis — kebijakan pendanaan, bukti                        | Tunjukkan dokumen                                                                                                            |   | † |
| <b>2. Biologis: metoda &amp; delivery model</b>                    |                                                              |                                                                                                                              |   |   |
| 1                                                                  | Biologis — composting (open windrow, compost bin, in-vessel) | a. 0 unit b. 1–5 lokasi c. >5 lokasi                                                                                         |   |   |
| 2                                                                  | Biologis — Maggot/BSF                                        | a. 0 unit b. 1–5 lokasi c. >5 lokasi                                                                                         |   |   |
| 3                                                                  | Biologis — Anaerobic digestion                               | a. 0 unit b. 1–3 lokasi c. >3 lokasi                                                                                         |   |   |
| 4                                                                  | Biologis — metoda lainnya                                    | Isian bebas                                                                                                                  |   |   |
| 5                                                                  | Biologis — delivery model                                    | Pilih boleh >1: a. APBD/DLH/UPTD b. Kemitraan KSM<br>c. Kemitraan swasta/lainnya                                             |   |   |
| <b>3. Biologis: kapasitas, feedstock &amp; output</b>              |                                                              |                                                                                                                              |   |   |
| 1                                                                  | Biologis — kapasitas input                                   | Isian numerik (ton/hari)                                                                                                     |   |   |
| 2                                                                  | Biologis — metoda perhitungan kapasitas                      | a. Asumsi rata-rata per fasilitas b. Rekap laporan tanpa manifest timbangan<br>c. Rekap laporan dengan manifest timbangan    |   |   |
| 3                                                                  | Biologis — metoda perhitungan, bukti                         | Tunjukkan dokumen                                                                                                            |   | † |
| 4                                                                  | Biologis — sumber feedstock                                  | Pilih boleh >1: a. Permukiman b. Pasar c. Fasum/fasos<br>d. Komersial e. Industri f. Lainnya                                 |   |   |
| 5                                                                  | Biologis — sumber feedstock lainnya                          | Isian bebas                                                                                                                  |   |   |
| 6                                                                  | Biologis — periode implementasi                              | Isian numerik (tahun)                                                                                                        |   |   |
| 7                                                                  | Biologis — pengecekan kualitas output                        | a. Tanpa metoda khusus, tidak rutin b. Alat bantu khusus on-the-spot<br>c. Dilengkapi tes laboratorium                       |   |   |
| 8                                                                  | Biologis — kualitas output, bukti                            | Tunjukkan dokumen                                                                                                            |   | † |

| No.                                                                 | Indikator                                                  | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                                                                                                                              | ✦ | † |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 9                                                                   | Biologis — pencatatan kuantitas output                     | a. Belum ada/estimasi kasar b. Ada timbangan tanpa manifest resmi c. Ada timbangan dengan manifest resmi                                                                                                             |   |   |
| 10                                                                  | Biologis — kuantitas output, bukti                         | Tunjukkan dokumen                                                                                                                                                                                                    |   | † |
| 11                                                                  | Biologis — kapasitas output                                | Isian numerik (ton/hari)                                                                                                                                                                                             |   |   |
| 12                                                                  | Biologis — residu hasil pengolahan                         | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Ada, didata, dan dilakukan mitigasi                                                                                                                              |   |   |
| 13                                                                  | Biologis — residu, bukti                                   | Tunjukkan dokumen                                                                                                                                                                                                    |   | † |
| <b>4. Biologis: mitra offtaker</b>                                  |                                                            |                                                                                                                                                                                                                      |   |   |
| 1                                                                   | Biologis — entitas mitra offtaker eksisting                | a. Entitas individual, belum komersial b. Ada komersial tanpa perjanjian tetap c. Ada komersial dengan perjanjian tetap                                                                                              |   |   |
| 2                                                                   | Biologis — mitra offtaker, bukti                           | Tunjukkan dokumen                                                                                                                                                                                                    |   | † |
| 3                                                                   | Biologis — jenis offtaker (kompos/digestate/biogas/maggot) | Pilih boleh >1: a. Tidak ada data b. Pupuk pertanian home industry c. Pupuk pertanian skala industri d. Biogas home industry e. Biogas kompleks industri f. Maggot home industry g. Maggot peternakan skala industri |   |   |
| 4                                                                   | Biologis — jumlah mitra offtaker eksisting                 | Isian numerik (entitas)                                                                                                                                                                                              |   |   |
| 5                                                                   | Biologis — jarak terjauh ke mitra offtaker                 | Isian numerik (km)                                                                                                                                                                                                   |   |   |
| 6                                                                   | Biologis — jangka waktu kontrak                            | Isian numerik (tahun)                                                                                                                                                                                                |   |   |
| 7                                                                   | Biologis — kontrak offtaker, bukti                         | Tunjukkan dokumen                                                                                                                                                                                                    |   | † |
| <b>5. Mekanikal: status implementasi &amp; rencana pengembangan</b> |                                                            |                                                                                                                                                                                                                      |   |   |
| 1                                                                   | Mekanikal — status implementasi                            | a. Belum ada b. Sudah ada namun belum optimal c. Sudah ada dan cukup optimal                                                                                                                                         |   |   |
| 2                                                                   | Mekanikal — rencana dalam dokumen perencanaan              | a. Belum masuk perencanaan b. Sudah masuk belum spesifik kapasitas/metoda c. Sudah masuk dengan spesifik kapasitas/metoda                                                                                            |   |   |
| 3                                                                   | Mekanikal — rencana, bukti dokumen                         | Tunjukkan dokumen perencanaan                                                                                                                                                                                        |   | † |
| 4                                                                   | Mekanikal — provider teknologi potensial                   | a. Belum ada identifikasi b. Ada identifikasi belum diverifikasi c. Ada identifikasi dan sudah diverifikasi                                                                                                          |   |   |
| 5                                                                   | Mekanikal — provider potensial, bukti                      | Tunjukkan dokumen                                                                                                                                                                                                    |   | † |
| 6                                                                   | Mekanikal — offtaker hasil pengolahan                      | a. Belum ada identifikasi b. Sedang melakukan identifikasi c. Sudah ada identifikasi dan peminatan mitra                                                                                                             |   |   |
| 7                                                                   | Mekanikal — offtaker potensial, bukti                      | Tunjukkan dokumen                                                                                                                                                                                                    |   | † |
| 8                                                                   | Mekanikal — jarak ke offtaker potensial terjauh            | Isian numerik (km)                                                                                                                                                                                                   |   |   |
| 9                                                                   | Mekanikal — lahan: identifikasi dan estimasi kebutuhan     | a. Belum ada identifikasi b. Ada identifikasi belum ada tindak lanjut c. Ada identifikasi dan sudah ada tindak lanjut                                                                                                |   |   |
| 10                                                                  | Mekanikal — lahan, bukti                                   | Tunjukkan dokumen                                                                                                                                                                                                    |   | † |
| 11                                                                  | Mekanikal — kebijakan pendanaan: estimasi dan mekanisme    | a. Belum ada estimasi/identifikasi b. Ada estimasi belum ada tindak lanjut c. Ada estimasi dan sudah ada tindak lanjut                                                                                               |   |   |
| 12                                                                  | Mekanikal — kebijakan pendanaan, bukti                     | Tunjukkan dokumen                                                                                                                                                                                                    |   | † |
| <b>6. Mekanikal: metoda &amp; delivery model</b>                    |                                                            |                                                                                                                                                                                                                      |   |   |
| 1                                                                   | Mekanikal — pemulihan recyclable manual                    | a. 0 unit b. 1–20 unit c. >20 unit                                                                                                                                                                                   |   |   |

| No.                                                                  | Indikator                                                                  | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                                 | ✦ | † |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 2                                                                    | Mekanikal — pemulihan recyclable semi/full mekanikal                       | a. 0 unit b. 1–10 unit c. >10 unit                                                                                      |   |   |
| 3                                                                    | Mekanikal — Mechanical Treatment / MT (produksi RDF)                       | a. 0 unit b. 1–3 unit c. >3 unit                                                                                        |   |   |
| 4                                                                    | Mekanikal — Mechanical Biological Treatment / MBT (termasuk RDF biodrying) | a. 0 unit b. 1–3 unit c. >3 unit                                                                                        |   |   |
| 5                                                                    | Mekanikal — metoda lainnya                                                 | Isian bebas                                                                                                             |   |   |
| 6                                                                    | Mekanikal — delivery model                                                 | Pilih boleh >1: a. APBD/DLH/UPTD b. Kemitraan KSM c. Kemitraan swasta/lainnya                                           |   |   |
| <b>7. Mekanikal: kapasitas, feedstock &amp; output</b>               |                                                                            |                                                                                                                         |   |   |
| 1                                                                    | Mekanikal — kapasitas input                                                | Isian numerik (ton/hari)                                                                                                |   |   |
| 2                                                                    | Mekanikal — metoda perhitungan kapasitas                                   | a. Asumsi rata-rata per fasilitas b. Rekap laporan tanpa manifest timbangan c. Rekap laporan dengan manifest timbangan  |   |   |
| 3                                                                    | Mekanikal — metoda perhitungan, bukti                                      | Tunjukkan dokumen                                                                                                       |   | † |
| 4                                                                    | Mekanikal — sumber feedstock                                               | Pilih boleh >1: a. Permukiman b. Pasar c. Fasum/fasos d. Komersial e. Industri f. Lainnya                               |   |   |
| 5                                                                    | Mekanikal — sumber feedstock lainnya                                       | Isian bebas                                                                                                             |   |   |
| 6                                                                    | Mekanikal — periode implementasi                                           | Isian numerik (tahun)                                                                                                   |   |   |
| 7                                                                    | Mekanikal — pengecekan kualitas output                                     | a. Tanpa metoda khusus, tidak rutin b. Alat bantu khusus on-the-spot c. Dilengkapi tes laboratorium                     |   |   |
| 8                                                                    | Mekanikal — kualitas output, bukti                                         | Tunjukkan dokumen                                                                                                       |   | † |
| 9                                                                    | Mekanikal — pencatatan kuantitas output                                    | a. Belum ada/estimasi kasar b. Ada timbangan tanpa manifest resmi c. Ada timbangan dengan manifest resmi                |   |   |
| 10                                                                   | Mekanikal — kuantitas output, bukti                                        | Tunjukkan dokumen                                                                                                       |   | † |
| 11                                                                   | Mekanikal — kapasitas output                                               | Isian numerik (ton/hari)                                                                                                |   |   |
| 12                                                                   | Mekanikal — residu hasil pengolahan                                        | a. Ada tapi belum didata b. Ada dan sudah didata c. Ada, didata, dan dilakukan mitigasi                                 |   |   |
| 13                                                                   | Mekanikal — residu, bukti                                                  | Tunjukkan dokumen                                                                                                       |   | † |
| <b>8. Mekanikal: mitra offtaker</b>                                  |                                                                            |                                                                                                                         |   |   |
| 1                                                                    | Mekanikal — entitas mitra offtaker                                         | a. Entitas individual, belum komersial b. Ada komersial tanpa perjanjian tetap c. Ada komersial dengan perjanjian tetap |   |   |
| 2                                                                    | Mekanikal — mitra offtaker, bukti                                          | Tunjukkan dokumen                                                                                                       |   | † |
| 3                                                                    | Mekanikal — jenis offtaker RDF/SRF                                         | Pilih boleh >1: a. Industri semen b. Industri pembangkit c. Industri lainnya                                            |   |   |
| 4                                                                    | Mekanikal — offtaker RDF/SRF lainnya                                       | Isian bebas                                                                                                             |   |   |
| 5                                                                    | Mekanikal — jumlah mitra offtaker eksisting                                | Isian numerik (entitas)                                                                                                 |   |   |
| 6                                                                    | Mekanikal — jarak terjauh ke mitra offtaker                                | Isian numerik (km)                                                                                                      |   |   |
| 7                                                                    | Mekanikal — jangka waktu kontrak                                           | Isian numerik (tahun)                                                                                                   |   |   |
| 8                                                                    | Mekanikal — kontrak offtaker, bukti                                        | Tunjukkan dokumen                                                                                                       |   | † |
| <b>9. WtE Termal: status implementasi &amp; rencana pengembangan</b> |                                                                            |                                                                                                                         |   |   |
| 1                                                                    | WtE — status implementasi                                                  | a. Belum ada b. Sudah ada namun belum optimal c. Sudah ada dan cukup optimal                                            |   |   |

| No.                                                | Indikator                                         | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                                   | ✦ | † |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 2                                                  | WtE — rencana dalam dokumen perencanaan           | a. Belum masuk perencanaan b. Sudah masuk belum spesifik kapasitas/metoda c. Sudah masuk dengan spesifik kapasitas/metoda |   |   |
| 3                                                  | WtE — rencana, bukti dokumen                      | Tunjukkan dokumen perencanaan                                                                                             |   | † |
| 4                                                  | WtE — provider teknologi potensial                | a. Belum ada identifikasi b. Ada identifikasi belum diverifikasi c. Ada identifikasi dan sudah diverifikasi               |   |   |
| 5                                                  | WtE — provider potensial, bukti                   | Tunjukkan dokumen                                                                                                         |   | † |
| 6                                                  | WtE — offtaker hasil pengolahan                   | a. Belum ada identifikasi b. Sedang melakukan identifikasi c. Sudah ada identifikasi dan peminatan mitra                  |   |   |
| 7                                                  | WtE — offtaker potensial, bukti                   | Tunjukkan dokumen                                                                                                         |   | † |
| 8                                                  | WtE — jarak ke offtaker potensial terjauh         | Isian numerik (km)                                                                                                        |   |   |
| 9                                                  | WtE — lahan: identifikasi dan estimasi kebutuhan  | a. Belum ada identifikasi b. Ada identifikasi belum ada tindak lanjut c. Ada identifikasi dan sudah ada tindak lanjut     |   |   |
| 10                                                 | WtE — lahan, bukti                                | Tunjukkan dokumen                                                                                                         |   | † |
| 11                                                 | WtE — kebijakan pendanaan: estimasi dan mekanisme | a. Belum ada estimasi/identifikasi b. Ada estimasi belum ada tindak lanjut c. Ada estimasi dan sudah ada tindak lanjut    |   |   |
| 12                                                 | WtE — kebijakan pendanaan, bukti                  | Tunjukkan dokumen                                                                                                         |   | † |
| <b>10. WtE Termal: metoda &amp; delivery model</b> |                                                   |                                                                                                                           |   |   |
| 1                                                  | WtE — incinerator                                 | a. 0 unit b. 1 unit c. >1 unit                                                                                            |   |   |
| 2                                                  | WtE — gasifikasi                                  | a. 0 unit b. 1 unit c. >1 unit                                                                                            |   |   |
| 3                                                  | WtE — metoda lainnya                              | Isian bebas                                                                                                               |   |   |
| 4                                                  | WtE — delivery model                              | Pilih boleh >1: a. APBD/DLH/UPTD b. Kemitraan KSM c. Kemitraan swasta/lainnya                                             |   |   |
| <b>11. WtE Termal: kapasitas &amp; feedstock</b>   |                                                   |                                                                                                                           |   |   |
| 1                                                  | WtE — kapasitas input                             | Isian numerik (ton/hari)                                                                                                  |   |   |
| 2                                                  | WtE — metoda perhitungan kapasitas                | a. Asumsi rata-rata per fasilitas b. Rekap laporan tanpa manifest timbangan c. Rekap laporan dengan manifest timbangan    |   |   |
| 3                                                  | WtE — metoda perhitungan, bukti                   | Tunjukkan dokumen                                                                                                         |   | † |
| 4                                                  | WtE — sumber feedstock                            | Pilih boleh >1: a. Permukiman b. Pasar c. Fasum/fasos d. Komersial e. Industri f. Lainnya                                 |   |   |
| 5                                                  | WtE — sumber feedstock lainnya                    | Isian bebas                                                                                                               |   |   |
| 6                                                  | WtE — periode implementasi                        | Isian numerik (tahun)                                                                                                     |   |   |
| <b>12. WtE Termal: mitra offtaker</b>              |                                                   |                                                                                                                           |   |   |
| 1                                                  | WtE — entitas mitra offtaker                      | Pilih boleh >1: a. Heat/steam untuk kompleks industri b. Listrik untuk industri pembangkit c. Lainnya                     |   |   |
| 2                                                  | WtE — entitas offtaker lainnya                    | Isian bebas                                                                                                               |   |   |
| 3                                                  | WtE — jumlah mitra offtaker eksisting             | Isian numerik (entitas)                                                                                                   |   |   |
| 4                                                  | WtE — jarak terjauh ke mitra offtaker             | Isian numerik (km)                                                                                                        |   |   |
| 5                                                  | WtE — jangka waktu kontrak                        | Isian numerik (tahun)                                                                                                     |   |   |
| 6                                                  | WtE — kontrak offtaker, bukti                     | Tunjukkan dokumen                                                                                                         |   | † |

## Pilar 5: Finansial

Pilar ini menjawab pertanyaan: apakah Pemda memiliki kemampuan fiskal yang cukup untuk menopang komitmen jangka panjang? Empat dimensi dinilai: tarif retribusi dan metoda perhitungannya, kolektivitas retribusi, mekanisme penarikan, serta alokasi anggaran dan kapasitas fiskal mengacu PMK 97/2025. Pilar ini paling padat di atributif numerik — banyak entry dihitung otomatis dari input lain (rasio retribusi, proporsi APBD, gap kalkulator Kemendagri). Check claim-nya paling sedikit dari semua pilar karena fokusnya pada angka yang dapat dihitung, bukan dokumen yang perlu dilampirkan.

### Ringkasan Indikator

**Kelompok kriteria: 5**

**Total indikator: 42**

- Multiple choice: 14
- Atributif numerik: 21
- Check claim: 7

**Pra-kondisi: 4**

### Daftar Indikator

| No.                                                | Indikator                                               | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                                                    | ✦ | † |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| <b>1. Tarif retribusi &amp; metoda perhitungan</b> |                                                         |                                                                                                                                            |   |   |
| 1                                                  | Penerapan retribusi sampah                              | a. Belum ada b. Sudah ada namun belum optimal<br>c. Sudah ada dan cukup optimal                                                            | ✦ |   |
| 2                                                  | Besaran tarif rata-rata rumah tangga                    | a. Di bawah Rp5.000/bulan b. Rp5.000–10.000/bulan<br>c. Di atas Rp10.000/bulan                                                             |   |   |
| 3                                                  | Besaran tarif rata-rata non-rumah tangga                | a. Di bawah Rp50.000/bulan b. Rp50.000–200.000/bulan<br>c. Di atas Rp200.000/bulan                                                         |   |   |
| 4                                                  | Tarif — bukti dokumen                                   | Tunjukkan dokumen tarif                                                                                                                    |   | † |
| 5                                                  | Metoda perhitungan tarif retribusi                      | a. Tidak ada metoda b. Menggunakan asumsi tanpa evaluasi kebutuhan<br>c. Rekomendasi kajian atau referensi khusus                          |   |   |
| 6                                                  | Metoda perhitungan — bukti kajian                       | Tunjukkan dokumen kajian                                                                                                                   |   | † |
| 7                                                  | Penggunaan kalkulator Kemendagri                        | a. Belum pernah b. Sudah digunakan belum ada perencanaan implementasi<br>c. Sudah digunakan dan sudah ada perencanaan implementasi         |   |   |
| 8                                                  | Kalkulator Kemendagri — bukti hasil perhitungan         | Tunjukkan hasil perhitungan                                                                                                                |   | † |
| 9                                                  | Hasil perhitungan kalkulator Kemendagri                 | Isian numerik (Rp/orang/tahun) — dihitung otomatis                                                                                         |   |   |
| 10                                                 | Gap kalkulator Kemendagri vs aktual rata-rata retribusi | Isian numerik (%) — dihitung otomatis                                                                                                      |   |   |
| <b>2. Kolektivitas retribusi</b>                   |                                                         |                                                                                                                                            |   |   |
| 1                                                  | Keberadaan target retribusi                             | a. Belum ada b. Sedang proses penetapan target<br>c. Ada penetapan target                                                                  | ✦ |   |
| 2                                                  | Target retribusi (jika ada)                             | Isian numerik (Rp/tahun)                                                                                                                   |   |   |
| 3                                                  | Capaian penarikan retribusi — terendah 3 tahun          | Isian numerik (Rp/tahun)                                                                                                                   |   |   |
| 4                                                  | Capaian penarikan retribusi — tertinggi 3 tahun         | Isian numerik (Rp/tahun)                                                                                                                   |   |   |
| 5                                                  | Capaian penarikan retribusi — rata-rata 3 tahun         | Isian numerik (Rp/tahun)                                                                                                                   |   |   |
| 6                                                  | Rata-rata tingkat kolektivitas terhadap target          | Isian numerik (%) — dihitung otomatis                                                                                                      |   |   |
| 7                                                  | Peningkatan tarif dan kolektivitas retribusi            | a. Belum ada identifikasi potensi b. Ada identifikasi potensi belum ada rencana aksi<br>c. Rencana aksi sudah ada atau dijalankan bertahap |   |   |

| No.                                                 | Indikator                                              | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                                                                                        | ✦ | † |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 8                                                   | Peningkatan retribusi — bukti hasil perhitungan        | Tunjukkan dokumen                                                                                                                                                              |   | † |
| <b>3. Mekanisme penarikan retribusi</b>             |                                                        |                                                                                                                                                                                |   |   |
| 1                                                   | Keberadaan mekanisme penarikan retribusi               | a. Belum ada b. Sedang proses penetapan c. Ada penetapan mekanisme                                                                                                             | ✦ |   |
| 2                                                   | Sistem penagihan dan pembayaran (jika ada)             | a. Sepenuhnya manual, terpisah dari utilitas lain b. Sebagian terintegrasi dan bisa cashless c. Sepenuhnya cashless dan terintegrasi                                           |   |   |
| 3                                                   | Sistem penagihan — bukti                               | Tunjukkan dokumen sistem                                                                                                                                                       |   | † |
| 4                                                   | Integrasi penarikan retribusi hulu-hilir               | a. Belum terintegrasi, belum ada rencana b. Belum terintegrasi, sudah ada rencana c. Sudah terintegrasi secara bertahap                                                        |   |   |
| 5                                                   | Pendataan dan pemetaan iuran warga (sumber-TPS)        | a. Belum ada rencana sistem pendataan b. Sudah ada rencana belum ada rencana aksi c. Rencana aksi sudah ada atau pendataan dijalankan bertahap                                 |   |   |
| 6                                                   | Pendataan iuran warga — bukti rencana aksi             | Tunjukkan dokumen rencana aksi                                                                                                                                                 |   | † |
| <b>4. Anggaran pengelolaan sampah</b>               |                                                        |                                                                                                                                                                                |   |   |
| 1                                                   | Ketersediaan anggaran persampahan                      | a. Tidak selalu ada tiap tahun b. Selalu ada tapi tidak pernah memadai c. Selalu ada dan pernah memadai                                                                        | ✦ |   |
| 2                                                   | Metoda perhitungan kebutuhan anggaran                  | a. Tidak ada metoda b. Menggunakan asumsi tanpa evaluasi kebutuhan c. Rekomendasi kajian atau referensi khusus                                                                 |   |   |
| 3                                                   | Metoda perhitungan anggaran — bukti kajian             | Tunjukkan dokumen kajian                                                                                                                                                       |   | † |
| 4                                                   | Hasil perhitungan kebutuhan anggaran                   | Isian numerik (Rp/tahun)                                                                                                                                                       |   |   |
| 5                                                   | Breakdown kebutuhan biaya persampahan                  | Pilih boleh >1: a. Pengangkutan b. Jasa tenaga kerja lapangan c. O&M TPA dan fasilitas d. Dana bau/kompensasi e. Penyuluhan dan penegakan hukum f. Penyusutan sarana prasarana |   |   |
| 6                                                   | Nilai APBD total                                       | Isian numerik (Rp/tahun)                                                                                                                                                       |   |   |
| 7                                                   | Nilai anggaran untuk persampahan                       | Isian numerik (Rp/tahun)                                                                                                                                                       |   |   |
| 8                                                   | Proporsi APBD untuk persampahan                        | Isian numerik (%) — dihitung otomatis                                                                                                                                          |   |   |
| 9                                                   | Alokasi anggaran per kapita                            | Isian numerik (Rp/orang/tahun) — dihitung otomatis                                                                                                                             |   |   |
| 10                                                  | OPD lain yang memiliki anggaran persampahan selain DLH | Pilih boleh >1: a. Dinas PU b. Dinas Kesehatan c. Dinas Pendidikan d. Lainnya                                                                                                  |   |   |
| 11                                                  | Rasio retribusi terhadap alokasi anggaran              | Isian numerik (%) — dihitung otomatis                                                                                                                                          |   |   |
| 12                                                  | Rasio retribusi terhadap kebutuhan anggaran            | Isian numerik (%) — dihitung otomatis                                                                                                                                          |   |   |
| <b>5. Kapasitas fiskal &amp; regulasi pendukung</b> |                                                        |                                                                                                                                                                                |   |   |
| 1                                                   | Regulasi tipping fee / gate fee                        | a. Belum ada rencana penyusunan b. Sudah ada rencana kajian akademis c. Sudah ada draft atau sudah ditetapkan                                                                  |   |   |
| 2                                                   | Regulasi tipping fee — bukti draft                     | Tunjukkan dokumen                                                                                                                                                              |   | † |
| 3                                                   | Regulasi komitmen alokasi anggaran jangka panjang      | a. Belum ada rencana penyusunan b. Sudah ada rencana kajian akademis c. Sudah ada draft atau sudah ditetapkan                                                                  |   |   |
| 4                                                   | Regulasi komitmen anggaran — bukti draft               | Tunjukkan dokumen                                                                                                                                                              |   | † |
| 5                                                   | Score kapasitas fiskal Kota/Kab                        | Isian numerik — referensi PMK 97/2025                                                                                                                                          |   |   |
| 6                                                   | Tingkat kapasitas fiskal Kota/Kab                      | Isian kategori — referensi PMK 97/2025                                                                                                                                         |   |   |

| No. | Indikator                                | Pilihan / Isian Jawaban                            | ✦ | † |
|-----|------------------------------------------|----------------------------------------------------|---|---|
| 7   | Score kapasitas fiskal Provinsi          | Isian numerik — referensi PMK 97/2025              |   |   |
| 8   | Tingkat kapasitas fiskal Provinsi        | Isian kategori — referensi PMK 97/2025             |   |   |
| 9   | PDRB per kapita                          | Isian numerik (Rp/orang/tahun) — dihitung otomatis |   |   |
| 10  | Rasio retribusi terhadap PDRB per kapita | Isian numerik (%) — dihitung otomatis              |   |   |

## Pilar 6: Institusional

Pilar ini menjawab pertanyaan: apakah organisasi pelaksana kompeten, memiliki SOP aktif, dan punya rekam jejak kemitraan yang mendukung investasi? Lima dimensi dinilai: pembagian peran dan tanggung jawab antar OPD, kapasitas dan kompetensi SDM, program kemitraan dengan korporasi dan mitra eksternal, ketersediaan SOP operasional, serta rekam jejak insiden sosial dan lingkungan. Rekam jejak insiden sosial yang bersih adalah prasyarat tersembunyi yang sering menggagalkan akses ke jalur PLN/Hibah karena standar ESG-nya lebih ketat dari persyaratan nasional.

### Ringkasan Indikator

**Kelompok kriteria: 5**

**Total indikator: 43**

— Multiple choice: 28

— Atributif numerik: 2

— Check claim: 13

**Pra-kondisi: 3**

### Daftar Indikator

| No.                                            | Indikator                                                                                | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                                     | ✦ | † |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| <b>1. Pembagian peran &amp; tanggung jawab</b> |                                                                                          |                                                                                                                             |   |   |
| 1                                              | Penanggungjawab sektor persampahan                                                       | a. Dinas LH Provinsi b. Dinas LH Kab/Kota                                                                                   |   |   |
| 2                                              | Pemisahan peran regulator dan operator                                                   | a. Belum ada pemisahan b. Dalam proses pemisahan c. Sudah terpisah                                                          |   |   |
| 3                                              | Pembagian peran dan tanggung jawab (pelayanan teknis, pembinaan masyarakat, perencanaan) | a. Belum ada pembagian yang jelas untuk ketiga bagian b. Sudah ada pembagian belum optimal c. Sudah ada dan sudah optimal   | ✦ |   |
| 4                                              | Keterlibatan OPD                                                                         | Pilih boleh >1: a. DLH b. PU c. Bappeda d. Kesehatan e. Pendidikan f. Lainnya                                               |   |   |
| 5                                              | OPD lainnya — sebutkan                                                                   | Isian bebas                                                                                                                 |   | † |
| <b>2. Kapasitas &amp; kompetensi SDM</b>       |                                                                                          |                                                                                                                             |   |   |
| 1                                              | Kebutuhan kapasitas SDM                                                                  | a. Belum ada analisis kebutuhan b. Ada analisis belum direalisasikan c. Ada analisis dan direalisasikan bertahap atau penuh | ✦ |   |
| 2                                              | Kapasitas SDM — bukti pendataan                                                          | Tunjukkan dokumen                                                                                                           |   | † |
| 3                                              | Kebutuhan kompetensi SDM                                                                 | a. Belum ada analisis kebutuhan b. Ada analisis belum direalisasikan c. Ada analisis dan direalisasikan bertahap atau penuh |   |   |
| 4                                              | Kompetensi SDM — bukti pendataan                                                         | Tunjukkan dokumen                                                                                                           |   | † |
| 5                                              | Forum dialog rutin antar stakeholder (masyarakat, sektor informal, LSM)                  | a. Belum ada b. Sudah ada rencana belum direalisasikan c. Sudah ada                                                         |   |   |
| 6                                              | Optimalisasi dan pengembangan SDM                                                        | a. Belum ada perencanaan b. Ada perencanaan belum finalisasi c. Ada finalisasi dan pelaksanaan bertahap                     |   |   |
| 7                                              | Optimalisasi SDM — bukti pendataan                                                       | Tunjukkan dokumen                                                                                                           |   | † |

| No.                                                    | Indikator                                                                                    | Pilihan / Isian Jawaban                                                                                     | ✦ | † |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| <b>3. Program kemitraan</b>                            |                                                                                              |                                                                                                             |   |   |
| 1                                                      | Keberadaan program kemitraan                                                                 | a. Belum ada b. Ada namun belum terdata c. Ada dan sudah terdata                                            |   |   |
| 2                                                      | Program kemitraan — bukti pendataan                                                          | Tunjukkan dokumen                                                                                           |   | † |
| 3                                                      | Sumber dana program kemitraan (lembaga internasional, swasta nasional, APBN/APBD Prov)       | a. Tidak ada data b. Ada min. 1 sumber c. Ada lebih dari 1 sumber                                           |   |   |
| 4                                                      | Sumber dana lainnya — sebutkan                                                               | Isian bebas                                                                                                 |   | † |
| 5                                                      | Jumlah program per tahun                                                                     | a. Di bawah 5 b. Antara 5–20 c. Di atas 20                                                                  |   |   |
| 6                                                      | Bentuk pengikatan komitmen (surat komitmen kepala wilayah, surat DLH, MoU/PKS Kepala Daerah) | a. Tidak ada data b. Ada min. 1 bentuk c. Ada lebih dari 1 bentuk                                           |   |   |
| 7                                                      | Komitmen — bukti surat/MoU                                                                   | Tunjukkan dan sebutkan                                                                                      |   | † |
| 8                                                      | Lingkup kegiatan (kampanye/event, co-investment fasilitas, kajian/riset)                     | a. Tidak ada data b. Ada min. 1 lingkup c. Ada lebih dari 1 lingkup                                         |   |   |
| 9                                                      | Tema program (tata kelola sampah, ekonomi sirkular, perubahan iklim)                         | a. Tidak ada data b. Ada min. 1 tema c. Ada lebih dari 1 tema                                               |   |   |
| 10                                                     | Jenis sampah fokus program (campuran, plastik, recyclables)                                  | a. Tidak ada data b. Ada min. 1 jenis c. Ada lebih dari 1 jenis                                             |   |   |
| 11                                                     | Penerima manfaat fokus program (siswa/sekolah, kelompok masyarakat, UKM)                     | a. Tidak ada data b. Ada min. 1 kelompok c. Ada lebih dari 1 kelompok                                       |   |   |
| 12                                                     | Pemantauan dan pendataan program kemitraan                                                   | a. Berjalan belum ada sistem resmi b. Mulai ada penyusunan sistem c. Sistem sudah diresmikan dan dijalankan |   |   |
| <b>4. SOP &amp; mitigasi risiko</b>                    |                                                                                              |                                                                                                             |   |   |
| 1                                                      | SOP pengumpulan dan pengangkutan                                                             | a. Belum ada SOP resmi b. Ada SOP belum efektif c. SOP sudah berjalan                                       |   |   |
| 2                                                      | SOP pengumpulan — bukti                                                                      | Tunjukkan dokumen SOP                                                                                       |   | † |
| 3                                                      | SOP landfill (TPA)                                                                           | a. Belum ada SOP resmi b. Ada SOP belum efektif c. SOP sudah berjalan                                       |   |   |
| 4                                                      | SOP TPA — bukti                                                                              | Tunjukkan dokumen SOP                                                                                       |   | † |
| 5                                                      | SOP fasilitas pengolahan (TPS3R, TPST, Bank Sampah)                                          | a. Belum ada SOP resmi b. Ada SOP belum efektif c. SOP sudah berjalan                                       |   |   |
| 6                                                      | SOP fasilitas pengolahan — bukti                                                             | Tunjukkan dokumen SOP                                                                                       |   | † |
| 7                                                      | K3 dan ketenagakerjaan                                                                       | a. Belum ada SOP resmi b. Ada SOP belum efektif c. SOP sudah berjalan                                       |   |   |
| 8                                                      | K3 — bukti                                                                                   | Tunjukkan dokumen SOP                                                                                       |   | † |
| 9                                                      | Pengelolaan dampak lingkungan dan sosial                                                     | a. Belum ada SOP resmi b. Ada SOP belum efektif c. SOP sudah berjalan                                       |   |   |
| 10                                                     | Dampak lingkungan/sosial — bukti                                                             | Tunjukkan dokumen SOP                                                                                       |   | † |
| <b>5. Keberterimaan sosial &amp; risiko lingkungan</b> |                                                                                              |                                                                                                             |   |   |
| 1                                                      | Ketersediaan data insiden sosial dan lingkungan                                              | a. Belum ada b. Ada namun belum tersistem c. Ada dan sudah tersistem                                        | ✦ |   |
| 2                                                      | Data insiden — bukti sistem pendataan                                                        | Tunjukkan dokumen                                                                                           |   | † |
| 3                                                      | Insiden 5 tahun terakhir — bau/debu/asap/bising/pencemaran lindi                             | a. Di atas 20 b. Antara 5–20 c. Di bawah 5                                                                  |   |   |
| 4                                                      | Insiden 5 tahun terakhir — sengketa lahan                                                    | a. Di atas 20 b. Antara 5–20 c. Di bawah 5                                                                  |   |   |
| 5                                                      | Insiden 5 tahun terakhir — antrian truk mengganggu lalu lintas                               | a. Di atas 20 b. Antara 5–20 c. Di bawah 5                                                                  |   |   |

| No. | Indikator                                                  | Pilihan / Isian Jawaban                    | ✦ | † |
|-----|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---|---|
| 6   | Insiden 5 tahun terakhir — hak kompensasi tidak dibayarkan | a. Di atas 20 b. Antara 5–20 c. Di bawah 5 |   |   |
| 7   | Insiden 5 tahun terakhir — kecelakaan kerja                | a. Di atas 20 b. Antara 5–20 c. Di bawah 5 |   |   |
| 8   | Insiden 5 tahun terakhir — konflik dengan operator         | a. Di atas 20 b. Antara 5–20 c. Di bawah 5 |   |   |
| 9   | Insiden 5 tahun terakhir — kebakaran TPA                   | a. Di atas 20 b. Antara 5–20 c. Di bawah 5 |   |   |
| 10  | Insiden 5 tahun terakhir — longsor TPA                     | a. Di atas 20 b. Antara 5–20 c. Di bawah 5 |   |   |
| 11  | Insiden di fasilitas — TPA                                 | a. Di atas 20 b. Antara 5–20 c. Di bawah 5 |   |   |
| 12  | Insiden di fasilitas — TPST                                | a. Di atas 20 b. Antara 5–20 c. Di bawah 5 |   |   |
| 13  | Insiden di fasilitas — TPS3R                               | a. Di atas 20 b. Antara 5–20 c. Di bawah 5 |   |   |

## Rekap Data Atributif RIGA per Kelompok

| Indikator                                                                    | Satuan             | Nilai (dari tools) |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| <b>KELOMPOK A — Data Dasar Sampah (Sumber: Pilar Regulasi)</b>               |                    |                    |
| Timbulan sampah rata-rata                                                    | ton/hari           | —                  |
| Densitas sampah rata-rata                                                    | ton/m <sup>3</sup> | —                  |
| Kadar air feedstock                                                          | %                  | —                  |
| Nilai kalor                                                                  | kcal/kg            | —                  |
| Kadar abu                                                                    | %                  | —                  |
| Komposisi organik                                                            | %                  | —                  |
| Komposisi plastik                                                            | %                  | —                  |
| Komposisi kertas                                                             | %                  | —                  |
| Komposisi logam                                                              | %                  | —                  |
| Komposisi kaca                                                               | %                  | —                  |
| Komposisi residu                                                             | %                  | —                  |
| Komposisi B3                                                                 | %                  | —                  |
| Sumber: permukiman                                                           | %                  | —                  |
| Sumber: pasar                                                                | %                  | —                  |
| Sumber: komersial                                                            | %                  | —                  |
| Sumber: industri                                                             | %                  | —                  |
| <b>KELOMPOK B — Kapasitas Infrastruktur (Sumber: Pilar Sarana Prasarana)</b> |                    |                    |
| TPS — unit terpasang                                                         | unit               | —                  |
| TPS — unit berfungsi                                                         | unit               | —                  |
| TPS — kapasitas total terpasang                                              | ton/hari           | —                  |
| TPS3R — unit terpasang                                                       | unit               | —                  |
| TPS3R — unit berfungsi                                                       | unit               | —                  |
| TPS3R — kapasitas total terpasang                                            | ton/hari           | —                  |
| BSU/Bank Sampah — unit terpasang                                             | unit               | —                  |
| BSU/Bank Sampah — unit berfungsi                                             | unit               | —                  |
| TPST — unit terpasang                                                        | unit               | —                  |
| TPST — unit berfungsi                                                        | unit               | —                  |
| TPST — kapasitas input total                                                 | ton/hari           | —                  |
| SPA — unit terpasang                                                         | unit               | —                  |
| SPA — unit berfungsi                                                         | unit               | —                  |

| Indikator                                                                 | Satuan                | Nilai (dari tools) |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Armada — dump truck (terpasang)                                           | unit                  | —                  |
| Armada — dump truck (berfungsi)                                           | unit                  | —                  |
| Armada — compactor (terpasang)                                            | unit                  | —                  |
| Armada — compactor (berfungsi)                                            | unit                  | —                  |
| Armada — alat berat (terpasang)                                           | unit                  | —                  |
| Armada — alat berat (berfungsi)                                           | unit                  | —                  |
| TPA — kapasitas masuk                                                     | ton/hari atau m³/hari | —                  |
| TPA — luas lahan                                                          | m²                    | —                  |
| <b>KELOMPOK C — Pemrosesan dan Offtaker (Sumber: Pilar Pemrosesan)</b>    |                       |                    |
| Biologis — kapasitas input                                                | ton/hari              | —                  |
| Biologis — kapasitas output                                               | ton/hari              | —                  |
| Biologis — jumlah mitra oftaker                                           | entitas               | —                  |
| Biologis — jarak terjauh ke oftaker                                       | km                    | —                  |
| Biologis — jangka waktu kontrak                                           | tahun                 | —                  |
| Mekanikal — kapasitas input                                               | ton/hari              | —                  |
| Mekanikal — kapasitas output                                              | ton/hari              | —                  |
| Mekanikal — jumlah mitra oftaker                                          | entitas               | —                  |
| Mekanikal — jarak terjauh ke oftaker RDF                                  | km                    | —                  |
| Mekanikal — jangka waktu kontrak                                          | tahun                 | —                  |
| WtE — kapasitas input                                                     | ton/hari              | —                  |
| WtE — jarak terjauh ke oftaker listrik                                    | km                    | —                  |
| WtE — jangka waktu kontrak                                                | tahun                 | —                  |
| <b>KELOMPOK D — Finansial (Sumber: Pilar Finansial + Lampiran Fiskal)</b> |                       |                    |
| APBD total                                                                | Rp/tahun              | —                  |
| Anggaran persampahan                                                      | Rp/tahun              | —                  |
| Proporsi APBD untuk persampahan                                           | %                     | —                  |
| Alokasi anggaran per kapita                                               | Rp/orang/tahun        | —                  |
| Tarif retribusi RT aktual                                                 | Rp/bulan              | —                  |
| Tarif retribusi non-RT aktual                                             | Rp/bulan              | —                  |
| Hasil perhitungan kalkulator Kemendagri                                   | Rp/orang/tahun        | —                  |
| Gap kalkulator vs aktual                                                  | %                     | —                  |
| Target retribusi tahunan                                                  | Rp/tahun              | —                  |
| Rata-rata kolektivitas retribusi                                          | %                     | —                  |
| Rasio retribusi vs anggaran                                               | %                     | —                  |
| Rasio retribusi vs kebutuhan                                              | %                     | —                  |
| Score kapasitas fiskal kab/kota                                           | indeks                | —                  |
| Tingkat kapasitas fiskal kab/kota                                         | kategori              | —                  |
| Score kapasitas fiskal provinsi                                           | indeks                | —                  |
| PDRB per kapita                                                           | Rp/orang/tahun        | —                  |
| <b>KELOMPOK E — Rekam Jejak Penyerapan DAK (Sumber: Pilar Regulasi)</b>   |                       |                    |
| Penyerapan DAK tahun ke-1 (FY-2)                                          | %                     | —                  |
| Penyerapan DAK tahun ke-2 (FY-1)                                          | %                     | —                  |
| Penyerapan DAK tahun ke-3 (FY terakhir)                                   | %                     | —                  |
| Rata-rata penyerapan DAK 3 tahun                                          | %                     | —                  |

Catatan: Seluruh nilai di kolom "Nilai (dari tools)" ditarik otomatis dari sheet pilar di General\_Checkup\_V8R.xlsx dan tidak perlu diedit manual. Kolom ini hanya menampilkan hasil pengisian tools RIGA.

## LAMPIRAN 2 PANDUAN PENGISIAN RIGA

Lampiran ini adalah versi ringkas dari Panduan Pengisian RIGA — memuat langkah pengisian, cara membaca jenis data, dan legenda warna. Penjelasan naratif lengkap per indikator (termasuk seluruh pilihan jawaban dan definisi istilah) tersedia pada dokumen Panduan Pengisian RIGA yang menyertai laporan ini secara terpisah. Daftar lengkap seluruh indikator per pilar tersedia pada Lampiran 1.

### 1. Siapa, Kapan, dan Bagaimana Mengisi

Pengisian dilakukan mandiri oleh Pemerintah Daerah (Pemda), dikoordinasikan oleh Bappeda/Setda dengan Dinas Lingkungan Hidup (DLH) dan Dinas PUPR sebagai sumber data teknis utama, karena RIGA pada dasarnya adalah instrumen kesiapan investasi lintas sektor, bukan hanya instrumen teknis persampahan. Data diisi berdasarkan kondisi riil saat ini — bukan target atau rencana — pada enam sheet Pilar (Regulasi, Pelayanan, Sarana Prasarana, Pemrosesan, Finansial, Institusional). Hasil pengisian mengalir otomatis ke sheet Index Gabungan dan Recap Atributif; kedua sheet tersebut tidak perlu diisi manual.

### 2. Tiga Jenis Data dan Cara Pengisiannya

| Jenis Data                                 | Ciri di Kolom "Pilihan/Isian"                    | Cara Isi                                                                |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Multiple choice bergradasi                 | Pilihan berlabel huruf (a, b, c)                 | Ketik satu huruf pilihan (a/b/c) yang paling sesuai kondisi riil daerah |
| Data atributif (isian manual)              | Satuan tertera (ton/hari, %, Rp, unit, km, dst.) | Ketik nilai sesuai satuan; jangan mengetik ulang satuannya              |
| Verifikasi klaim (check claim, ditandai †) | Instruksi "Tunjukkan dokumen ..."                | Lampirkan nomor dokumen/referensi bukti pendukung                       |

### 3. Pra-kondisi (♦)

Indikator yang ditandai ♦ pada Lampiran 1 adalah indikator pra-kondisi — keberadaannya wajib terisi sebelum penilaian pada rantai indikator lanjutan dapat bermakna. Total terdapat 21 indikator pra-kondisi tersebar di enam pilar, dengan konsentrasi terbanyak di Pilar Regulasi & Perencanaan (8 indikator) karena pilar ini menjadi lapisan pertama yang harus terpenuhi. Jangan mengosongkan indikator pra-kondisi hanya karena datanya belum pasti — pilih jawaban "a" (belum ada/belum tersedia) jika memang kondisi itu belum ada; kolom kosong tidak akan terbaca oleh formula otomatis.

### 4. Legenda Warna

| Warna  | Arti pada Sel                                                  |
|--------|----------------------------------------------------------------|
| HIJAU  | Kondisi baik / data lengkap / tidak perlu tindak lanjut segera |
| KUNING | Kondisi sebagian / perlu perhatian dan perbaikan bertahap      |
| MERAH  | Kondisi kritis / gap utama yang perlu diintervensi lebih dulu  |

### 5. Catatan Penting Pengisian

- Isi berdasarkan kondisi riil, bukan target, rencana, atau aspirasi ke depan.
- Jawaban level tertinggi (c) yang ditandai † wajib disertai bukti pada kolom verifikasi; klaim tanpa bukti memengaruhi kredibilitas hasil di mata investor.
- Jangan mengosongkan indikator pra-kondisi (♦) hanya karena datanya belum pasti — pilih "a" jika memang belum ada.
- Kolom data atributif hanya menerima nilai sesuai satuan yang tertera; hindari input teks atau simbol satuan tambahan.
- Untuk pertanyaan bertanda "Pilih boleh >1", pilih seluruh opsi yang berlaku, bukan hanya satu jawaban dominan.

## 6. Ringkasan Kelompok Kriteria per Pilar

Tabel berikut memuat daftar kelompok kriteria per pilar sebagai peta navigasi; daftar indikator lengkap beserta pilihan jawaban ada pada Lampiran 1.

### Pilar 1 — Regulasi & Perencanaan

| Kelompok Kriteria                      |
|----------------------------------------|
| 1. Data dasar                          |
| 2. Kajian sektor                       |
| 3. Dokumen perencanaan sektoral & kota |
| 4. Peraturan daerah                    |
| 5. Dokumen lingkungan                  |
| 6. Pelaporan & rekognisi nasional      |

### Pilar 2 — Pelayanan

| Kelompok Kriteria                           |
|---------------------------------------------|
| 1. Pola layanan kebersihan                  |
| 2. Pola layanan pemilahan & sektor informal |
| 3. Layanan penanganan B3 rumah tangga       |
| 4. Pengawasan layanan, pengaduan & mitigasi |
| 5. Layanan penanganan sampah khusus         |

### Pilar 3 — Sarana Prasarana

| Kelompok Kriteria                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------|
| 1. TPS: ketersediaan & keberfungsian                                  |
| 2. TPS: kondisi fasilitas & delivery model                            |
| 3. TPS3R: ketersediaan & keberfungsian                                |
| 4. TPS3R: kondisi fasilitas, delivery model & neraca                  |
| 5. BSU: ketersediaan & keberfungsian                                  |
| 6. BSU: kondisi fasilitas, delivery model & neraca                    |
| 7. TPST: ketersediaan & keberfungsian                                 |
| 8. TPST: kondisi fasilitas, delivery model & neraca                   |
| 9. BSI: ketersediaan & keberfungsian                                  |
| 10. BSI: kondisi fasilitas, delivery model & neraca                   |
| 11. SPA: ketersediaan & keberfungsian                                 |
| 12. SPA: kondisi fasilitas, delivery model & neraca                   |
| 13. Armada pengangkutan & alat berat                                  |
| 14. Tungku pembakaran (hanya tertentu; sangat tidak direkomendasikan) |
| 15. TPA: kondisi umum                                                 |
| 16. TPA: operasional & mitigasi lingkungan                            |

### Pilar 4 — Pemrosesan

| Kelompok Kriteria                                       |
|---------------------------------------------------------|
| 1. Biologis: status implementasi & rencana pengembangan |
| 2. Biologis: metoda & delivery model                    |
| 3. Biologis: kapasitas, feedstock & output              |

| Kelompok Kriteria                                         |
|-----------------------------------------------------------|
| 4. Biologis: mitra offtaker                               |
| 5. Mekanikal: status implementasi & rencana pengembangan  |
| 6. Mekanikal: metoda & delivery model                     |
| 7. Mekanikal: kapasitas, feedstock & output               |
| 8. Mekanikal: mitra offtaker                              |
| 9. WtE Termal: status implementasi & rencana pengembangan |
| 10. WtE Termal: metoda & delivery model                   |
| 11. WtE Termal: kapasitas & feedstock                     |
| 12. WtE Termal: mitra offtaker                            |

## Pilar 5 — Finansial

| Kelompok Kriteria                        |
|------------------------------------------|
| 1. Tarif retribusi & metoda perhitungan  |
| 2. Kolektivitas retribusi                |
| 3. Mekanisme penarikan retribusi         |
| 4. Anggaran pengelolaan sampah           |
| 5. Kapasitas fiskal & regulasi pendukung |

## Pilar 6 — Institusional

| Kelompok Kriteria                           |
|---------------------------------------------|
| 1. Pembagian peran & tanggung jawab         |
| 2. Kapasitas & kompetensi SDM               |
| 3. Program kemitraan                        |
| 4. SOP & mitigasi risiko                    |
| 5. Keberterimaan sosial & risiko lingkungan |

## LAMPIRAN 3 MATRIKS KESIAPAN IMPLEMENTASI

Lampiran ini menyajikan matriks kesiapan implementasi per kelompok teknologi pengolahan sampah — mencakup ambang batas teknis (threshold), ketentuan operasional, dan dasar hukum pendukung (UU, PP, Peraturan Menteri, dan SNI) untuk setiap kriteria kesiapan. Matriks disusun untuk empat kelompok teknologi: (1) Composting, Anaerobic Digestion, dan BSF; (2) Mechanical Treatment (MT); (3) Mechanical Biological Treatment (MBT); dan (4) Thermal Treatment (WtE Incineration dan Gasifikasi).

### Composting, Anaerobic Digestion dan BSF

| No                  | Kriteria                                           | Indikator                                             | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aspek Teknis</b> |                                                    |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1                   | <b>Kesiapan Feedstock – Kualitas Input Organik</b> | Jenis limbah yang dapat diterima sistem pengomposan   | Feedstock WAJIB berupa fraksi organik terpisah (sorted food waste / garden waste). MSW campuran tidak dapat langsung diproses. Garden waste berlignoselulosa tinggi TIDAK direkomendasikan untuk AD.                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• UU 18/2008 Ps. 19 &amp; 22 (pemilahan &amp; pengolahan sampah organik)</li> <li>• PP 81/2012 Ps. 17 (kewajiban pemilahan organik di sumber)</li> <li>• Permen PU 03/2013 Lamp. II (persyaratan teknis pemilahan ≥5 jenis)</li> </ul>                                                        |
| 2                   | <b>Kesiapan Feedstock – Kontaminan</b>             | Tingkat kontaminasi bahan baku masuk sistem           | Plastik, logam, inert HARUS dihilangkan. Daging/tulang TIDAK kompatibel untuk compost bin RT. Deterjen/bahan kimia TIDAK kompatibel untuk BSF karena menyebabkan kematian larva.                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 17 (pemilahan organik di sumber)</li> <li>• SNI 19-7030-2004 (batasan kontaminan pada kompos akhir)</li> <li>• SNI 8173:2015 (keamanan bahan pakan insekta/BSF)</li> </ul>                                                                                                   |
| 3                   | <b>Kesiapan Feedstock – Kelembaban</b>             | Kadar air bahan baku yang masuk proses                | Keseimbangan kelembaban WAJIB dijaga. Kondisi terlalu basah memicu anaerob → bau. BSF sangat sensitif terhadap perubahan kelembaban.                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNI 19-7030-2004 (batas kadar air kompos: ≤50%)</li> <li>• Tidak ada baku kadar air masuk yang ditetapkan regulasi secara spesifik → threshold berdasarkan standar teknis operasional</li> </ul>                                                                                            |
| 4                   | <b>Persyaratan Lahan – Luas Minimum</b>            | Ketersediaan lahan sesuai skala kapasitas rencana     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compost Bin RT: 0,5–1 m<sup>2</sup>/unit</li> <li>• Compost Bin komunal: 1–2 m<sup>2</sup>/unit</li> <li>• OWC: 165–500 m<sup>2</sup>/tpd</li> <li>• IVC: 35–265 m<sup>2</sup>/tpd</li> <li>• BSF: 150–250 m<sup>2</sup>/tpd</li> <li>• AD: 30–90 m<sup>2</sup>/tpd</li> </ul> OWC TIDAK sesuai untuk metropolitan padat. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen PU 03/2013 Ps. 30 (TPS 3R harus lebih besar dari TPS biasa; luas dan kapasitas sesuai kebutuhan)</li> <li>• Permen PU 03/2013 Lamp. II (kriteria teknis TPS: luas TPS s.d. 200 m<sup>2</sup>)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: sertifikat lahan Pemda, kesesuaian RTRW</li> </ul> |
| 5                   | <b>Persyaratan Lahan – Zona Penyangga</b>          | Jarak aman fasilitas dari permukiman/area publik      | Buffer zone dari permukiman WAJIB ada untuk OWC (risiko bau & lalat tinggi). BSF harus menghindari lokasi dekat permukiman. IVC lebih fleksibel dengan biofilter.                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 22/2021 Lamp. (pengendalian pencemaran udara dari kegiatan non-industri)</li> <li>• AMDAL/UKL-UPL: dokumen lingkungan wajib menentukan buffer zone sesuai PP 22/2021</li> <li>• Readiness Criteria APBN: dokumen SPPL/UKL-UPL/AMDAL wajib ada</li> </ul>                                 |
| 6                   | <b>Infrastruktur Bangunan – Tipe Bangunan</b>      | Jenis bangunan/struktur yang diperlukan per teknologi | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compost Bin: shelter sederhana</li> <li>• OWC: outdoor/open hangar</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen PU 03/2013 Ps. 30 (persyaratan teknis TPS 3R termasuk bangunan)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                           |

| No | Kriteria                                             | Indikator                                                   | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                                                                                                                                      | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                      |                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• IVC: bangunan tertutup + tekanan negatif (direkomendasikan)</li> <li>• BSF: tertutup/semi-tertutup + tekanan negatif di zona substrat</li> <li>• AD: tertutup + tekanan negatif area penerimaan</li> </ul>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak ada regulasi nasional yang menetapkan spesifik jenis tekanan bangunan → mengacu pada standar teknis operasional</li> <li>• PP 16/2021 (penyelenggaraan bangunan gedung – IMB/PBG)</li> </ul>                                                                                                                         |
| 7  | <b>Infrastruktur Utilitas – Kebutuhan Listrik</b>    | Daya listrik minimum yang tersedia di lokasi                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compost Bin: tidak perlu listrik</li> <li>• OWC: 0,2–0,5 kVA/tpd + diesel</li> <li>• IVC: 1–2 kVA/tpd</li> <li>• BSF: 0,1–0,3 kVA/tpd</li> <li>• AD: 0,5–1 kVA/tpd; generator diesel cadangan WAJIB</li> </ul>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak ada regulasi nasional yang menetapkan threshold kVA/tpd untuk fasilitas sampah secara spesifik</li> <li>• Mengacu pada standar teknis perancangan (SNI/pedoman teknis PUPR)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: ketersediaan utilitas listrik termasuk dalam DED</li> </ul>                                          |
| 8  | <b>Infrastruktur Utilitas – Drainase &amp; Lindi</b> | Sistem drainase dan penanganan lindi tersedia               | Semua teknologi komposting WAJIB memiliki permukaan kedap air dan drainase untuk mencegah kontaminasi tanah/air tanah. OWC: drainase + pengendalian air hujan WAJIB.                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 22/2021 Lamp. VI (baku mutu air sungai/danau – lindi tidak boleh mencemari badan air)</li> <li>• Permen LHK P.59/2016 (Baku Mutu Lindi bagi TPA Sampah – berlaku analogis untuk TPST)</li> <li>• Permen PU 03/2013 Lamp. (fasilitas pengolahan harus memiliki drainase memadai)</li> </ul>                              |
| 9  | <b>Infrastruktur Utilitas – Pengendalian Bau</b>     | Sistem penanganan bau (odor control) tersedia               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• IVC: WAJIB biofilter/scrubber</li> <li>• AD: WAJIB sistem penanganan bau; tekanan negatif direkomendasikan</li> <li>• BSF: pengendalian bau SANGAT direkomendasikan</li> <li>• OWC: buffer zone + kontrol operasional ketat</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 22/2021 (pengendalian pencemaran udara – bau sebagai parameter kualitas udara ambien)</li> <li>• Permen LHK P.70/2016 Ps. 3 (pengolahan sampah secara termal mengatur emisi; untuk non-termal mengacu pada baku mutu udara ambien PP 22/2021)</li> <li>• AMDAL/UKL-UPL wajib memuat rencana pengendalian bau</li> </ul> |
| 10 | <b>Kapasitas &amp; Skala Operasi</b>                 | Kapasitas pengolahan sesuai skala layanan yang direncanakan | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compost Bin RT: 0,3–4 kg/unit/hari; Komunal: 15–30 kg/unit/hari</li> <li>• OWC: 1–85 tpd; IVC: 30–100 tpd; BSF: 1–50 tpd; AD: 10–200 tpd</li> </ul> <p>OWC tidak sesuai untuk metropolitan. IVC &amp; AD tidak sesuai untuk kota kecil/pulau.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (rencana induk ≥10 tahun, termasuk kapasitas pengolahan)</li> <li>• Permen PU 03/2013 Ps. 29–30 (penyediaan fasilitas pengolahan di TPS 3R, SPA, TPA, TPST)</li> <li>• Jakstranas: Perpres 97/2017 (target pengurangan 30% + penanganan 70% sampah nasional)</li> </ul>                                   |
| 11 | <b>Durasi Siklus Proses</b>                          | Waktu minimum siklus proses harus dipahami dan direncanakan | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compost Bin: min. 6–8 minggu</li> <li>• OWC: min. 6–8 minggu</li> <li>• IVC: min. 4 minggu</li> <li>• BSF: 2–3 minggu</li> <li>• AD: min. 6 minggu</li> </ul> <p>Durasi ini HARUS diperhitungkan dalam perencanaan kapasitas operasional.</p>     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNI 19-7030-2004 (mengatur tingkat kematangan kompos sebagai proxy durasi proses)</li> <li>• Tidak ada regulasi nasional yang menetapkan threshold durasi siklus secara eksplisit → mengacu standar teknis</li> </ul>                                                                                                      |

| No                            | Kriteria                                   | Indikator                                                         | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12                            | <b>Kebutuhan Peralatan Berat</b>           | Peralatan mekanis minimum yang tersedia                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• OWC: front loader, windrow turner, compost screener</li> <li>• IVC: feed conveyor, shredder, front loader</li> <li>• BSF: shredder substrat</li> <li>• AD: mixer/pompa, front loader, mesin dewatering</li> </ul>                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak ada regulasi nasional yang menetapkan spesifikasi alat berat secara spesifik per teknologi</li> <li>• Mengacu pada DED (Detail Engineering Design) yang merupakan bagian Readiness Criteria APBN (Permen PU 03/2013)</li> </ul>                                                                                                         |
| <b>Aspek Fiskal/Finansial</b> |                                            |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 13                            | <b>Kebutuhan Modal (CAPEX)</b>             | Anggaran investasi modal tersedia sesuai estimasi biaya teknologi | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compost Bin RT: Rp 100 rb–500 rb/unit</li> <li>• OWC: Rp 100–600 jt/tpd</li> <li>• IVC: Rp 250–800 jt/tpd</li> <li>• BSF: Rp 200–900 jt/tpd</li> <li>• AD: Rp 150–550 jt/tpd (Estimasi 2025; tidak termasuk lahan, perizinan, infrastruktur eksternal)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (studi kelayakan termasuk analisis biaya investasi)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: Komitmen biaya O&amp;P dari Kepala Daerah; sertifikat lahan Pemda</li> <li>• Permendagri 77/2020 (pedoman pengelolaan keuangan daerah – APBD untuk persampahan)</li> </ul>                                                           |
| 14                            | <b>Biaya Operasional (OPEX)</b>            | Anggaran operasional berkelanjutan tersedia                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compost Bin RT: Rp 50–150 rb/unit/tahun</li> <li>• OWC: Rp 90–500 rb/ton</li> <li>• IVC: Rp 300–800 rb/ton</li> <li>• BSF: Rp 20–350 rb/ton</li> <li>• AD: Rp 280–1.600 rb/ton</li> </ul>                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (studi kelayakan mencakup biaya O&amp;M)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: Komitmen O&amp;P dari Kepala Daerah secara tertulis</li> <li>• UU 23/2014 Ps. 298 (belanja daerah untuk urusan wajib termasuk kebersihan/persampahan)</li> </ul>                                                                                |
| <b>Aspek Offtaker</b>         |                                            |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 15                            | <b>Pasar / Offtaker Produk Kompos</b>      | Offtaker atau pasar penyerap kompos/digestat terkonfirmasi        | Harga kompos: Rp 100–400 rb/ton; permintaan komersial LEMAH. Konfirmasi oftaker (pertanian, taman kota) WAJIB sebelum keputusan investasi. Tanpa kepastian → risiko 'stranded technology'.                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNI 19-7030-2004 (Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik – syarat kualitas yang harus dipenuhi agar kompos dapat diterima pasar)</li> <li>• PP 81/2012 Ps. 3 (pengelolaan sampah bertujuan memperoleh manfaat ekonomi)</li> <li>• Tidak ada regulasi yang mewajibkan kontrak oftaker sebelum pembangunan secara eksplisit</li> </ul> |
| 16                            | <b>Pasar / Offtaker Produk BSF</b>         | Offtaker larva BSF dan frass terkonfirmasi                        | Larva BSF: harga bisa Rp 20 jt/ton. WAJIB bebas patogen, logam berat, senyawa toksik. Frass: SNI 7763:2024. BSF hanya market-ready jika ada permintaan larva & frass yang terkonfirmasi.                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNI 8173:2015 (Bahan Pakan Konsentrat – kualitas &amp; keamanan protein insekta)</li> <li>• SNI 7763:2024 (Pupuk Organik Padat – berlaku untuk frass yang dipasarkan sebagai pupuk)</li> <li>• Permentan 1/2019 (tata cara pendaftaran pupuk organik) untuk frass</li> </ul>                                                                  |
| 17                            | <b>Pasar / Offtaker AD – Biogas/Energi</b> | Offtaker biogas atau kebutuhan energi on-site terkonfirmasi       | AD hanya market-ready jika ada permintaan biogas atau kebutuhan energi on-site yang terkonfirmasi. Tanpa oftaker energi/biogas → fasilitas berisiko under-utilized.                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpres 22/2017 (RUEN – biogas termasuk energi baru terbarukan yang didorong pengembangannya)</li> <li>• Tidak ada regulasi yang secara spesifik mewajibkan kontrak oftaker biogas MSW sebelum pembangunan</li> </ul>                                                                                                                         |
| <b>Aspek Teknis</b>           |                                            |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| No                            | Kriteria                                                  | Indikator                                              | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                                                                                                                                    | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 18                            | <b>Standar Kualitas Produk Kompos</b>                     | Produk kompos memenuhi standar kualitas nasional       | WAJIB memenuhi SNI 19-7030-2004: kandungan bahan organik, batas kelembaban, rentang pH, bebas bahan asing, kandungan nutrisi, kematangan, bebas patogen.                                                                                                                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNI 19-7030-2004 'Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik' (WAJIB dipenuhi sebagai acuan kualitas produk kompos dari MSW di Indonesia)</li> </ul>                                                                                                                                                    |
| 19                            | <b>Standar Kualitas Produk BSF</b>                        | Produk larva BSF/frass memenuhi standar keamanan pakan | Larva BSF: SNI 8173:2015. Frass: SNI 7763:2024. WAJIB bebas patogen, logam berat, senyawa toksik.                                                                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNI 8173:2015 (Bahan Pakan Konsentrat untuk Ternak – kualitas dan keamanan protein insekta)</li> <li>• SNI 7763:2024 (Pupuk Organik Padat – berlaku untuk frass sebagai pupuk organik)</li> </ul>                                                                                                            |
| <b>Aspek Institusional</b>    |                                                           |                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 20                            | <b>Kesiapan Institusional &amp; SDM</b>                   | Kapasitas teknis dan manajerial pengelola fasilitas    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compost Bin/OWC: kompleksitas rendah; keterampilan dasar cukup</li> <li>• IVC/BSF: kompleksitas menengah; operator terlatih + monitoring dasar</li> <li>• AD: kompleksitas tinggi; staf sangat terampil + disiplin operasional ketat</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (Pemda wajib susun rencana induk termasuk kebutuhan SDM)</li> <li>• Perpres 97/2017 (Jakstranas – penguatan kapasitas kelembagaan persampahan)</li> <li>• UU 23/2014 (kewenangan pemerintah daerah dalam urusan persampahan)</li> </ul>                                                     |
| 21                            | <b>Partisipasi Komunitas &amp; Pemilahan Sumber</b>       | Tingkat partisipasi masyarakat dalam pemilahan sumber  | Compost Bin/OWC: bergantung pada pemilahan sumber yang ketat. Tanpa pemilahan organik yang konsisten → bau dan vektor. BSF: bergantung pada kesegaran dan kebersihan sisa makanan.                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 17 (kewajiban pemilahan di sumber oleh setiap orang)</li> <li>• Perpres 97/2017 (Jakstranas – target pengurangan sampah di sumber)</li> <li>• Permen LHK 14/2021 (pengelolaan sampah pada Bank Sampah – mendorong partisipasi komunitas)</li> </ul>                                           |
| 22                            | <b>Kesiapan Sistem Logistik Pengumpulan</b>               | Jadwal pengumpulan sinkron dengan kapasitas pengolahan | Jadwal pengiriman feedstock HARUS sinkron dengan kapasitas fasilitas. BSF: pengiriman sering + kecil lebih baik. Sampah lama di TPS → kualitas feedstock turun.                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen PU 03/2013 Ps. 20 (TPS harus memiliki jadwal pengumpulan dan pengangkutan)</li> <li>• Permen PU 03/2013 Ps. 22 (sampah yang telah dipilah tidak boleh dicampur kembali saat pengangkutan)</li> </ul>                                                                                                  |
| <b>Aspek Fiskal/Finansial</b> |                                                           |                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 23                            | <b>Kesiapan Pembiayaan Berkelanjutan</b>                  | Model pembiayaan jangka panjang operasional terjamin   | Keberlanjutan finansial harus dijamin melalui: retribusi, tipping fee, APBD, dukungan pusat, dan pendapatan ekonomi sirkular.                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• UU 28/2009 (retribusi daerah – retribusi kebersihan/persampahan)</li> <li>• PP 81/2012 Ps. 24 (pembiayaan pengelolaan sampah dari APBD dan sumber lain)</li> <li>• Perpres 109/2025 Ps. (kewajiban Pemda menyediakan alokasi APBD untuk operasional PSE) – berlaku analogis untuk TPST/komposting</li> </ul> |
| <b>Aspek Provider</b>         |                                                           |                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 24                            | <b>Kesiapan Teknologi Lokal &amp; Dukungan Purna Jual</b> | Ketersediaan teknologi, suku cadang, dan teknisi lokal | WAJIB verifikasi: dukungan teknologi domestik, suku cadang, teknisi, dan purna jual. Klaim vendor HARUS divalidasi melalui due diligence dan kunjungan lapangan.                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak ada regulasi yang secara spesifik mewajibkan uji purna jual teknologi komposting</li> </ul>                                                                                                                                                                                                            |

| No | Kriteria                                 | Indikator                                              | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                     | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                          |                                                        |                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekomendasi dokumen: Program Sertifikasi Teknologi Lokal (Kemenperin + BSN + BRIN)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: verifikasi vendor termasuk dalam proses pengadaan (Perpres 16/2018 ttg Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah)</li> </ul>                                                               |
| 25 | <b>Uji Tuntas (Due Diligence) Vendor</b> | Proses validasi klaim vendor dan rekam jejak teknologi | WAJIB: validasi referensi vendor, jam operasi terbukti, kepatuhan emisi, kinerja throughput realistis. TIDAK boleh hanya berdasarkan spesifikasi katalog. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpres 16/2018 (Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah – kualifikasi teknis penyedia wajib diverifikasi)</li> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (studi kelayakan sebagai dasar pengambilan keputusan teknologi)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: DED dan kajian teknis independen sebagai syarat pendanaan</li> </ul> |

### Mechanical Treatment (MT)

| No                  | Kriteria                                          | Indikator                                               | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                              | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aspek Teknis</b> |                                                   |                                                         |                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 1                   | <b>Kesiapan Feedstock – Jenis Input</b>           | Jenis limbah yang dapat diterima sistem MT              | MT dapat menerima MSW campuran dan sampah landfill/legacy waste. Tidak memerlukan pemilahan sumber terlebih dahulu.                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• UU 18/2008 Ps. 22 (penanganan sampah mencakup pemilahan &amp; pengolahan)</li> <li>• PP 81/2012 Ps. 17–18 (pemilahan sebagai bagian penanganan sampah rumah tangga)</li> <li>• Permen PU 03/2013 (TPS 3R, TPST sebagai fasilitas pengolahan – termasuk sortir mekanis)</li> </ul> |
| 2                   | <b>Kesiapan Feedstock – Kelembaban untuk RDF</b>  | Kondisi kelembaban input yang mempengaruhi kualitas RDF | Untuk RDF dari fraksi organik: pengeringan mekanis 3–5 hari. Fraksi anorganik: RDF bisa diproduksi dalam 1 hari. Kelembaban tinggi meningkatkan kompleksitas pengeringan.          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNI 9313:2024 (kadar air RDF untuk kiln semen WAJIB &lt; 20%)</li> <li>• SNI 8966:2021 (kadar air SRF untuk pembangkit listrik)</li> <li>• Tidak ada regulasi yang mengatur kelembaban input secara eksplisit → mengacu SNI produk output</li> </ul>                              |
| 3                   | <b>Persyaratan Lahan</b>                          | Luas lahan minimum tersedia sesuai kapasitas rencana    | Kebutuhan lahan: 50–240 m <sup>2</sup> /tpd. Faktor: otomasi, penyimpanan recyclable, penanganan residu, area manuver truk, zona mitigasi debu/bau, penyimpanan RDF, loading dock. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen PU 03/2013 Ps. 30 (luas dan kapasitas sesuai kebutuhan; kesesuaian RTRW)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: sertifikat lahan Pemda + kesesuaian RTRW WAJIB dipenuhi</li> <li>• PP 21/2021 (penyelenggaraan penataan ruang – peruntukan lahan TPST)</li> </ul>             |
| 4                   | <b>Infrastruktur Bangunan – Tipe &amp; Sistem</b> | Jenis bangunan dan sistem tekanan sesuai standar        | Bangunan tertutup diperlukan untuk kapasitas besar dekat permukiman; tekanan negatif direkomendasikan. Sistem penyimpanan RDF WAJIB dengan isolasi kebakaran.                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 16/2021 (penyelenggaraan bangunan gedung – PBG/IMB untuk bangunan fasilitas industri)</li> <li>• Standar keselamatan kebakaran: Permen PU 26/2008 (persyaratan teknis sistem proteksi kebakaran)</li> </ul>                                                                    |

| No | Kriteria                                                  | Indikator                                               | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                               | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                           |                                                         |                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak ada regulasi spesifik tekanan negatif untuk fasilitas RDF</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                      |
| 5  | <b>Infrastruktur Utilitas – Kebutuhan Listrik</b>         | Daya listrik minimum yang stabil tersedia di lokasi     | Kebutuhan listrik: 4–8 kVA/tpd. MT TIDAK compatible dengan pasokan listrik tidak stabil. Bahan bakar kadang digunakan untuk pengeringan.                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak ada regulasi nasional yang menetapkan threshold kVA/tpd secara spesifik</li> <li>• UU 30/2009 (ketenagalistrikan – kewajiban PLN menyediakan listrik; perizinan sambungan daya)</li> <li>• DED sebagai bagian Readiness Criteria APBN harus mencakup kebutuhan daya</li> </ul>            |
| 6  | <b>Infrastruktur Utilitas – Drainase &amp; Lindi</b>      | Sistem drainase dan penanganan lindi tersedia           | WAJIB lantai kedap air + drainase. Opsional: leachate treatment plant + sistem pengolahan udara/gas.                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen LHK P.59/2016 (Baku Mutu Lindi bagi TPA – berlaku analogis untuk TPST/ITF)</li> <li>• PP 22/2021 Lamp. VI (baku mutu air sungai yang tidak boleh terlampaui oleh lindi)</li> <li>• Permen PU 03/2013 (fasilitas pengolahan wajib memiliki pengelolaan leachate)</li> </ul>               |
| 7  | <b>Infrastruktur Utilitas – Debu, Bau &amp; Kebakaran</b> | Sistem pengendalian debu, bau, dan pencegahan kebakaran | WAJIB: sistem mitigasi debu & bau; APC untuk exhaust dryer; sistem kebakaran skala besar (deteksi, suppression, monitoring suhu). Penyimpanan RDF WAJIB isolasi kebakaran.          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen LHK P.70/2016 Ps. 5–6 (wajib memiliki alat pengendali pencemaran udara untuk pengolahan sampah termal; berlaku analogis untuk dryer RDF)</li> <li>• PP 22/2021 (baku mutu udara ambien yang tidak boleh dilanggar)</li> <li>• Permen PU 26/2008 (proteksi kebakaran bangunan)</li> </ul> |
| 8  | <b>Peralatan Mekanis Minimum</b>                          | Ketersediaan peralatan mekanis inti                     | Conveyor, trommel screen, magnetic separator, eddy current, air classifier, baler, front loader. Untuk RDF: shredder high-torque, hammer mill, rotary kiln dryer, pelletizer/baler. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak ada regulasi nasional yang menetapkan spesifikasi alat mekanis secara eksplisit</li> <li>• Program Sertifikasi Peralatan Pengolah Sampah (Kemenperin + BSN) – sedang dikembangkan</li> <li>• DED (Readiness Criteria APBN) wajib mencakup spesifikasi peralatan</li> </ul>                |
| 9  | <b>Kapasitas Operasi</b>                                  | Skala kapasitas sesuai kebutuhan layanan                | Rentang: 20–1.000 tpd. MT TIDAK sesuai untuk kota kecil/pulau terpencil. Ekonomi skala berlaku kuat: biaya/ton turun signifikan seiring peningkatan kapasitas.                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (Pemda wajib susun rencana induk kapasitas pengolahan)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: kapasitas harus justified oleh proyeksi timbulan sampah</li> <li>• SNI 3242:2008 (Pengelolaan sampah di permukiman – proyeksi timbulan sebagai basis kapasitas)</li> </ul>          |
| 10 | <b>Kesiapan Logistik &amp; Arus Truk</b>                  | Infrastruktur logistik penerimaan sampah tersedia       | Arus truk kontinu → pit penerimaan besar + jalur antrian. Multiple truk → jalur terpisah. Truck wash-down direkomendasikan.                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen PU 03/2013 Ps. 22 (pengangkutan tidak boleh mencampur kembali sampah yang telah dipilah)</li> <li>• Tidak ada regulasi nasional yang menetapkan desain pit/antrian truk secara spesifik</li> <li>• Standar teknis DED (Readiness Criteria APBN)</li> </ul>                               |

| No                            | Kriteria                                   | Indikator                                                                   | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                  | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aspek Fiskal/Finansial</b> |                                            |                                                                             |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11                            | <b>Kebutuhan Modal (CAPEX)</b>             | Anggaran investasi modal tersedia                                           | CAPEX: Rp 290–850 jt/tpd (USD 18.125–53.125/tpd). Faktor: shredder berat, dryer, pelletizer, dust control, gudang penyimpanan.                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (studi kelayakan termasuk analisis biaya investasi)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: Komitmen aset dan O&amp;P dari Kepala Daerah</li> <li>• Perpres 16/2018 (Pengadaan Barang/Jasa – mekanisme pengadaan peralatan)</li> </ul>                                                                                                       |
| 12                            | <b>Biaya Operasional (OPEX)</b>            | Anggaran operasional berkelanjutan tersedia                                 | OPEX: Rp 125–640 rb/ton (USD 8–40/ton). Faktor: energi pengeringan, perawatan alat high-torque, logistik RDF, quality control (uji klorin), biaya penerimaan offtaker. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 24 (pembiayaan pengelolaan sampah dari APBD + sumber lain)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: Komitmen O&amp;P tertulis dari Kepala Daerah</li> <li>• UU 28/2009 (retribusi kebersihan sebagai sumber pendapatan O&amp;M)</li> </ul>                                                                                                      |
| <b>Aspek Offtaker</b>         |                                            |                                                                             |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 13                            | <b>Kepastian Offtaker RDF/SRF</b>          | Offtaker RDF/SRF terkonfirmasi dalam jarak transportasi yang layak          | RDF/SRF: Rp 300–800 rb/ton. Pasar feasible namun terbatas geografis. WAJIB ada offtaker stabil (kiln semen, boiler industri, PLTU) sebelum investasi.                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNI 9313:2024 (spesifikasi RDF untuk kiln semen – jadi acuan kualitas yang harus disepakati dengan offtaker)</li> <li>• SNI 8966:2021 (spesifikasi SRF untuk pembangkit listrik)</li> <li>• Permen LHK P.19/2017 (BME industri semen – termasuk Lamp. III untuk RDF dari MSW) – syarat emisi yang harus dipenuhi offtaker saat menggunakan RDF</li> </ul> |
| <b>Aspek Teknis</b>           |                                            |                                                                             |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 14                            | <b>Standar Kualitas RDF/SRF</b>            | Produk RDF/SRF memenuhi spesifikasi standar nasional dan kebutuhan offtaker | Kiln semen: WAJIB SNI 9313:2024 (LHV > 3.000 kcal/kg, kadar air < 20%, ukuran < 5 cm). PLTU: WAJIB SNI 8966:2021. Kualitas harus konsisten berbagai musim.             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNI 9313:2024 'Bahan Bakar Serpihan Sampah untuk Industri Semen' – WAJIB (LHV &gt; 3.000 kcal/kg, kadar air &lt; 20%, ukuran &lt; 5 cm)</li> <li>• SNI 8966:2021 'Bahan Bakar Jumpatan Padat untuk Pembangkit Listrik' – WAJIB untuk SRF ke PLTU</li> <li>• Permen LHK P.19/2017 Lamp. III (BME industri semen menggunakan RDF dari MSW)</li> </ul>       |
| 15                            | <b>Kualitas Recyclable yang Dipulihkan</b> | Material daur ulang memenuhi spesifikasi industri daur ulang                | Material terpilah (plastik, kertas, metal) harus bersih, kering, homogen, bebas kontaminan. Harga: Rp 500 rb–7.000 rb/ton tergantung jenis.                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNI 8424:2023 (resin PET daur ulang – contoh standar kualitas recyclable)</li> <li>• Tidak ada standar tunggal untuk semua jenis recyclable → mengacu pada spesifikasi industri daur ulang masing-masing (plastik: SNI terkait; kertas: SNI 14-0117; logam: SNI terkait)</li> </ul>                                                                       |
| <b>Aspek Institusional</b>    |                                            |                                                                             |                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 16                            | <b>Kesiapan Institusional &amp; SDM</b>    | Kapasitas teknis dan manajerial pengelola                                   | MT: kompleksitas menengah–tinggi. Operator terlatih + kontrol/monitoring dasar. Fasilitas skala kota                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (rencana induk mencakup SDM)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

| No                            | Kriteria                                           | Indikator                                               | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                  | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               |                                                    |                                                         | memerlukan kontrak O&M spesialis.                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perpres 97/2017 (Jakstranas – penguatan kapasitas kelembagaan)</li> <li>Readiness Criteria APBN: ketersediaan SDM pengelola wajib dikonfirmasi</li> </ul>                                                                                                                                                                           |
| <b>Aspek Provider</b>         |                                                    |                                                         |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 17                            | <b>Uji Tuntas Vendor &amp; Teknologi</b>           | Validasi klaim vendor, rekam jejak, dan kinerja aktual  | WAJIB: validasi referensi, jam operasi terbukti, kepatuhan emisi, kinerja throughput realistis. TIDAK berdasarkan spesifikasi katalog saja.            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perpres 16/2018 (Pengadaan Barang/Jasa – kualifikasi teknis penyedia wajib diverifikasi)</li> <li>PP 81/2012 Ps. 5 (studi kelayakan sebagai dasar teknologi)</li> <li>Readiness Criteria APBN: DED + kajian teknis independen</li> </ul>                                                                                            |
| 18                            | <b>Ketersediaan Teknologi &amp; Dukungan Lokal</b> | Ekosistem teknologi domestik dan kapabilitas purna jual | Kapabilitas rekayasa lokal sudah berkembang (gibrig, shredder, trommel, rotary dryer). Ketersediaan dukungan lokal harus dikonfirmasi.                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Program peningkatan TKDN (Kemenperin – TKDN untuk pengadaan pemerintah)</li> <li>Inpres 2/2022 (penggunaan produk dalam negeri dalam pengadaan pemerintah)</li> <li>Perpres 16/2018 Ps. 66 (preferensi produk dalam negeri dalam pengadaan)</li> </ul>                                                                              |
| <b>Aspek Institusional</b>    |                                                    |                                                         |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 19                            | <b>Kesiapan Logistik End-to-End</b>                | Sinkronisasi logistik hulu ke hilir fasilitas MT        | Operasi TPS, jadwal pengumpulan, armada haulage, dan antrian truk HARUS disinkronkan untuk mencegah penuaan sampah, eskalasi bau, dan kebocoran lindi. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Permen PU 03/2013 Ps. 20 (TPS harus memiliki jadwal pengumpulan dan pengangkutan)</li> <li>PP 81/2012 Ps. 18 (pengangkutan dari TPS ke TPA/TPST harus sesuai jadwal)</li> <li>Perpres 97/2017 (Jakstranas – pengelolaan sampah terintegrasi hulu–hilir)</li> </ul>                                                                  |
| <b>Aspek Fiskal/Finansial</b> |                                                    |                                                         |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 20                            | <b>Pembiayaan Berkelanjutan</b>                    | Model pembiayaan O&M jangka panjang terjamin            | Keberlanjutan finansial dijamin melalui: retribusi, tipping fee, APBD, dukungan pusat, pendapatan sirkular (recyclable + RDF).                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>UU 28/2009 (retribusi kebersihan daerah)</li> <li>PP 81/2012 Ps. 24 (pembiayaan dari APBD + sumber lain)</li> <li>Readiness Criteria APBN: Komitmen O&amp;P tertulis dari Kepala Daerah</li> <li>Perpres 109/2025 (jaminan pendapatan dari penjualan energi untuk WtE – berlaku analogis untuk RDF ke offtaker terjamin)</li> </ul> |

### Mechanical Biological Treatment (MBT)

| No                  | Kriteria                                | Indikator                                   | Threshold / Ketentuan                                                                   | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                           |
|---------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aspek Teknis</b> |                                         |                                             |                                                                                         |                                                                                                                                  |
| 1                   | <b>Kesiapan Feedstock – Jenis Input</b> | Jenis limbah yang dapat diterima sistem MBT | MBT menerima MSW campuran dan sampah landfill/legacy waste. Tidak sesuai untuk strategi | <ul style="list-style-type: none"> <li>UU 18/2008 Ps. 22 (penanganan sampah mencakup pengolahan mekanis dan biologis)</li> </ul> |

| No | Kriteria                                                  | Indikator                                                        | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                                                     | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                           |                                                                  | desentralisasi murni tingkat rumah tangga.                                                                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 (penanganan sampah rumah tangga dan sejenis)</li> <li>• Permen PU 03/2013 (TPST sebagai fasilitas pengolahan terpadu termasuk MBT)</li> </ul>                                                                                                                                                      |
| 2  | <b>Kesiapan Feedstock – Kontaminasi &amp; Konsistensi</b> | Tingkat kontaminasi dan konsistensi komposisi feedstock          | Variasi komposisi sampah adalah RISIKO NOMOR SATU MBT. Kontaminasi feedstock adalah tantangan utama implementasi MBT di Indonesia.                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 17 (pemilahan di sumber sebagai langkah awal mengurangi kontaminasi)</li> <li>• SNI 9313:2024 / SNI 8966:2021 (spesifikasi produk akhir yang mensyaratkan konsistensi feedstock)</li> <li>• Tidak ada regulasi yang menetapkan threshold kontaminasi feedstock MBT secara eksplisit</li> </ul> |
| 3  | <b>Persyaratan Lahan</b>                                  | Luas lahan minimum tersedia                                      | Kebutuhan lahan: 60–250 m <sup>2</sup> /tpd. Faktor: footprint mekanikal + biologis gabungan, area curing, pengendalian bau dan lindi.                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen PU 03/2013 Ps. 30 (luas dan kapasitas TPST sesuai kebutuhan; kesesuaian RTRW)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: sertifikat lahan Pemda + kesesuaian RTRW WAJIB</li> <li>• PP 21/2021 (penyelenggaraan penataan ruang)</li> </ul>                                                                     |
| 4  | <b>Infrastruktur Bangunan</b>                             | Tipe bangunan dan sistem tekanan sesuai standar                  | Bangunan tertutup penuh (fully enclosed) + tekanan negatif direkomendasikan terutama dekat permukiman.                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 16/2021 (bangunan gedung – PBG/IMB)</li> <li>• Permen PU 26/2008 (proteksi kebakaran)</li> <li>• AMDAL/UKL-UPL wajib memuat rencana pengendalian bau dan emisi bangunan</li> </ul>                                                                                                                         |
| 5  | <b>Infrastruktur Utilitas – Kebutuhan Listrik</b>         | Daya listrik minimum stabil tersedia                             | Kebutuhan listrik minimum: 2–4 kVA/tpd untuk kebutuhan mekanikal dan biologis.                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak ada regulasi nasional yang menetapkan threshold kVA/tpd</li> <li>• DED (Readiness Criteria APBN) wajib mencakup kebutuhan daya</li> <li>• UU 30/2009 (ketenagalistrikan)</li> </ul>                                                                                                                     |
| 6  | <b>Infrastruktur Utilitas – Sistem Terintegrasi</b>       | Sistem utilitas terintegrasi untuk proses mekanikal dan biologis | WAJIB: pengendalian bau, pengendalian debu, penanganan lindi, pemadam kebakaran. Opsional: biofilter/scrubber dan leachate treatment plant.                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen LHK P.70/2016 (BME pengolahan sampah termal – berlaku untuk komponen termal dalam MBT)</li> <li>• PP 22/2021 (baku mutu udara ambien dan baku mutu air)</li> <li>• Permen LHK P.59/2016 (baku mutu lindi)</li> </ul>                                                                                   |
| 7  | <b>Peralatan Mekanis &amp; Biologis Minimum</b>           | Ketersediaan peralatan inti sistem MBT                           | Mekanikal: trommel, magnetic separator, eddy current, shredder, screen. Biologis: reaktor digester/composting hall/biodrying hall. Front loader. Keseimbangan kapasitas sortir dan biologis WAJIB dijaga. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• DED (Readiness Criteria APBN) wajib mencantumkan spesifikasi peralatan</li> <li>• Program Sertifikasi Peralatan Pengolah Sampah (Kemenperin + BSN) – sedang dikembangkan</li> <li>• Perpres 16/2018 (kualifikasi teknis penyedia dalam pengadaan)</li> </ul>                                                  |
| 8  | <b>Kapasitas Operasi</b>                                  | Skala kapasitas sesuai kebutuhan layanan                         | Rentang: 150–850 tpd (menengah besar–besar). MBT TIDAK sesuai untuk                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (rencana induk wajib mencakup kapasitas pengolahan)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                               |

| No                            | Kriteria                                       | Indikator                                                         | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                                                            | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               |                                                |                                                                   | kota kecil/pulau. Ekonomi skala berlaku untuk komponen mekanikal.                                                                                                                                                | • Readiness Criteria APBN: kapasitas harus justified oleh proyeksi timbulan                                                                                                                                                                                                                        |
| 9                             | <b>Durasi Siklus Proses MBT</b>                | Waktu siklus proses total dipahami dan direncanakan               | Total: 3–6 minggu.<br>Mekanikal: beberapa jam–1 hari. Biodrying: ~2–3 minggu. Komposting/AD: beberapa minggu.                                                                                                    | • Tidak ada regulasi nasional yang menetapkan threshold durasi siklus MBT secara eksplisit<br>• SNI 19-7030-2004 (kematangan kompos sebagai proxy durasi biologis)<br>• Mengacu pada standar teknis operasional internasional                                                                      |
| 10                            | <b>Pemilihan Jalur Biologis</b>                | Jalur biologis MBT sesuai kondisi lokal dan offtaker              | Tiga varian:<br>• MBT-RDF/SRF: biodrying → kiln semen/PLTU<br>• MBT-Composting: aerobik → kompos<br>• MBT-AD: anaerobik → biogas + digestat<br>HARUS disesuaikan dengan ketersediaan offtaker dan kondisi lokal. | • SNI 9313:2024 (kualitas RDF kiln semen) – menentukan jalur MBT-RDF<br>• SNI 8966:2021 (kualitas SRF PLTU) – menentukan jalur MBT-SRF<br>• SNI 19-7030-2004 (kualitas kompos) – menentukan jalur MBT-Composting<br>• Perpres 22/2017 (RUEN – biogas termasuk target EBT) – mendukung jalur MBT-AD |
| <b>Aspek Teknis</b>           |                                                |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 11                            | <b>Pengendalian Kelembaban &amp; Ventilasi</b> | Sistem pengendalian kelembaban, ventilasi tersedia                | Pengendalian kelembaban, ventilasi, dan pemanasan/pendinginan KRUSIAL tergantung iklim. Emisi bau, lindi, dan infestasi larva/vektor harus dikendalikan.                                                         | • PP 22/2021 (baku mutu udara ambien – bau/emisi tidak boleh melampaui baku mutu)<br>• Permen LHK P.59/2016 (baku mutu lindi)<br>• AMDAL/UKL-UPL wajib memuat rencana pengendalian bau dan kelembaban                                                                                              |
| 12                            | <b>Kebutuhan Modal (CAPEX)</b>                 | Anggaran investasi modal tersedia                                 | CAPEX: Rp 400–660 jt/tpd (USD 25.000–41.250/tpd). Faktor: MT + unit biologis, pengendalian bau, lingkup sipil lebih besar, otomasi lebih tinggi.                                                                 | • PP 81/2012 Ps. 5 (studi kelayakan termasuk analisis biaya investasi)<br>• Readiness Criteria APBN: komitmen aset dan O&P dari Kepala Daerah<br>• Permendagri 77/2020 (pedoman pengelolaan keuangan daerah)                                                                                       |
| <b>Aspek Fiskal/Finansial</b> |                                                |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 13                            | <b>Biaya Operasional (OPEX)</b>                | Anggaran operasional berkelanjutan tersedia                       | OPEX: Rp 180–1.200 rb/ton (USD 11–75/ton). Faktor: O&M multi-disiplin, energi proses biologis dan conveyor, perawatan peralatan, QA yang sering.                                                                 | • PP 81/2012 Ps. 24 (pembiayaan pengelolaan sampah)<br>• Readiness Criteria APBN: komitmen O&P tertulis<br>• UU 28/2009 (retribusi kebersihan daerah)                                                                                                                                              |
| <b>Aspek Offtaker</b>         |                                                |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 14                            | <b>Kepastian Offtaker RDF/SRF</b>              | Offtaker RDF/SRF terkonfirmasi dan dalam jarak transportasi layak | WAJIB ada offtaker stabil (kiln semen, boiler industri, WtE). RDF/SRF: Rp 300–800 rb/ton; pasar terbatas geografis. Tanpa offtaker → risiko gagal (seperti TPST Kesiman Kertalangu Bali).                        | • SNI 9313:2024 (kualitas RDF untuk kiln semen – dasar negosiasi harga dan kontrak offtaker)<br>• SNI 8966:2021 (kualitas SRF untuk PLTU)                                                                                                                                                          |

| No                         | Kriteria                                   | Indikator                                                               | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                                            | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                                            |                                                                         |                                                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen LHK P.19/2017 Lamp. III (BME semen menggunakan RDF – syarat yang harus dipenuhi offtaker)</li> </ul>                                                                                                                                                        |
| 15                         | <b>Kepastian Offtaker Kompos/Biogas</b>    | Offtaker kompos atau biogas terkonfirmasi (jika jalur biologis dipilih) | Kompos: Rp 100–400 rb/ton; permintaan lemah. Biogas/digestat: hanya market-ready jika ada permintaan energi on-site terkonfirmasi.                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNI 19-7030-2004 (kualitas kompos – dasar negosiasi dengan offtaker pertanian)</li> <li>• Perpres 22/2017 (RUEN – mendorong pemanfaatan biogas)</li> <li>• Tidak ada regulasi yang mewajibkan kontrak offtaker kompos/biogas sebelum pembangunan</li> </ul>        |
| <b>Aspek Teknis</b>        |                                            |                                                                         |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 16                         | <b>Standar Kualitas RDF/SRF</b>            | Produk RDF/SRF memenuhi spesifikasi standar nasional                    | Kiln semen: WAJIB SNI 9313:2024 (LHV > 3.000 kcal/kg, kadar air < 20%, ukuran < 5 cm). PLTU: WAJIB SNI 8966:2021. Kualitas harus konsisten di berbagai musim.                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• SNI 9313:2024 ‘Bahan Bakar Serpihan Sampah untuk Industri Semen’ (WAJIB)</li> <li>• SNI 8966:2021 ‘Bahan Bakar Jumputan Padat untuk Pembangkit Listrik’ (WAJIB)</li> <li>• Permen LHK P.19/2017 Lamp. III (BME industri semen menggunakan RDF dari MSW)</li> </ul> |
| <b>Aspek Institusional</b> |                                            |                                                                         |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 17                         | <b>Kesiapan Institusional &amp; SDM</b>    | Kapasitas teknis multi-disiplin tersedia                                | MBT: kompleksitas menengah–tinggi. SDM multi-disiplin (mekanikal + biologis). 3 manajer + 29 staf pendukung (skala Cilacap); 4 manajemen + 320 staf (skala Bantargebang).                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (rencana induk mencakup kebutuhan SDM)</li> <li>• Perpres 97/2017 (penguatan kapasitas kelembagaan persampahan)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: ketersediaan SDM wajib dikonfirmasi</li> </ul>                                                |
| 18                         | <b>Penilaian &amp; Manajemen Risiko</b>    | Analisis risiko komprehensif dilakukan sebelum implementasi             | Risiko utama: kontaminasi feedstock, konsistensi operasional, model bisnis output. Risiko offtaker: peningkatan O&M akibat spesifikasi tidak terpenuhi. Perlu mitigasi di seluruh siklus proyek. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (studi kelayakan sebagai dasar keputusan investasi teknologi)</li> <li>• Perpres 16/2018 (due diligence dalam pengadaan)</li> <li>• AMDAL/UKL-UPL (analisis dampak dan risiko lingkungan WAJIB sebelum konstruksi)</li> </ul>                     |
| 19                         | <b>Kesiapan Sistem Logistik End-to-End</b> | Sinkronisasi logistik hulu ke hilir fasilitas MBT                       | Arus truk kontinu → pit besar + jalur antrian terpisah. Truck wash-down direkomendasikan. Operasi TPS, jadwal, armada, dan antrian HARUS disinkronkan.                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen PU 03/2013 Ps. 20–22 (jadwal pengumpulan/pengangkutan WAJIB ada)</li> <li>• PP 81/2012 Ps. 18 (pengangkutan harus sesuai jadwal)</li> <li>• Perpres 97/2017 (pengelolaan sampah terintegrasi hulu–hilir)</li> </ul>                                         |
| <b>Aspek Provider</b>      |                                            |                                                                         |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 20                         | <b>Uji Tuntas Vendor &amp; Teknologi</b>   | Proses validasi klaim vendor dan rekam jejak teknologi                  | WAJIB: validasi referensi, jam operasi terbukti, kepatuhan emisi, kinerja throughput realistis. Pembelajaran: TPST Kesiman Kertalangu Bali –                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpres 16/2018 (Pengadaan – kualifikasi teknis wajib diverifikasi)</li> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (studi kelayakan mendalam)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: DED + kajian teknis independen sebagai syarat pendanaan</li> </ul>                                  |

| No | Kriteria | Indikator | Threshold / Ketentuan                                | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung |
|----|----------|-----------|------------------------------------------------------|----------------------------------------|
|    |          |           | RDF ditolak offtaker karena kualitas tidak memenuhi. |                                        |

## Thermal Treatment

| No                  | Kriteria                                                        | Indikator                                                         | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                                                                                        | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aspek Teknis</b> |                                                                 |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1                   | <b>Kapasitas Input Minimum – Kelayakan Ekonomi &amp; Teknis</b> | Volume sampah minimum terjamin untuk operasi WtE yang layak       | WtE Incineration: minimum ~700–1.000 tpd untuk efisiensi termal optimal. Benchmark pemerintah Indonesia: 1.000 tpd minimum. Rentang desain: 100–3.000 tpd. WtE TIDAK sesuai untuk kota kecil.                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perpres 109/2025 Ps. (kabupaten/kota harus mampu menghasilkan MINIMAL 1.000 ton sampah/hari untuk menyelenggarakan PSEL)</li> <li>Perpres 35/2018 Ps. 3 (daftar kota sasaran awal PSEL – implisit mensyaratkan volume sampah besar)</li> <li>Permen LHK P.70/2016 Ps. 9 (CEMS wajib untuk pengolahan sampah kapasitas &gt; 1.000 tpd)</li> </ul> |
| 2                   | <b>Kapasitas Input – WtE Gasification</b>                       | Volume sampah minimum untuk gasifikasi                            | WtE Gasification: rentang kapasitas 240–1.000 tpd. WAJIB pre-processing (sorting, shredding, drying). MSW mentah tidak dapat langsung digunakan.                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perpres 109/2025 (PSE termasuk teknologi gasifikasi berbasis teknologi ramah lingkungan)</li> <li>Permen LHK P.70/2016 (BME pengolahan sampah secara termal – mencakup gasifikasi)</li> <li>SNI terkait kualitas syngas belum ditetapkan secara nasional</li> </ul>                                                                              |
| 3                   | <b>Kesiapan Feedstock – Nilai Kalori &amp; Kelembaban</b>       | Karakteristik fisik dan energetik sampah input sesuai spesifikasi | WtE Incineration: menerima MSW campuran. WtE Gasification: WAJIB pre-processing (sorting, shredding, drying); TIDAK compatible dengan MSW basah/abu tinggi/heterogen tanpa pre-treatment.                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Permen LHK P.70/2016 Ps. 2 (pengolahan sampah termal hanya untuk sampah rumah tangga dan sejenis yang tidak berbahaya)</li> <li>Perpres 109/2025 (teknologi ramah lingkungan harus mampu mengolah sampah menjadi energi)</li> <li>Profiling karakteristik sampah merupakan bagian wajib studi kelayakan (PP 81/2012 Ps. 5)</li> </ul>            |
| 4                   | <b>Persyaratan Lahan</b>                                        | Luas lahan minimum sesuai kapasitas rencana                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>WtE Incineration: 35–100 m<sup>2</sup>/tpd</li> <li>WtE Gasification: 30–70 m<sup>2</sup>/tpd</li> </ul> Faktor: bunker, bangunan boiler/turbin, APC, penyimpanan abu, setback keselamatan, logistik. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Perpres 109/2025 Ps. (Pemda wajib menyiapkan lahan khusus pembangunan PSEL)</li> <li>Readiness Criteria APBN: sertifikat lahan + kesesuaian RTRW</li> <li>PP 21/2021 (penyelenggaraan penataan ruang – peruntukan lahan TPST/PSEL)</li> </ul>                                                                                                    |
| 5                   | <b>Infrastruktur Bangunan – Tipe &amp; Sistem</b>               | Tipe bangunan industri penuh sesuai standar WtE                   | WtE Incineration: WAJIB fasilitas industri tertutup penuh; tekanan negatif di area bunker. WtE Gasification: WAJIB bangunan tertutup + penahanan ketat; tekanan negatif di zona persiapan bahan bakar.                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>PP 16/2021 (penyelenggaraan bangunan gedung – PBG untuk fasilitas industri besar)</li> <li>Permen PU 26/2008 (proteksi kebakaran bangunan)</li> <li>AMDAL wajib memuat rencana pengendalian emisi fugitif</li> </ul>                                                                                                                             |
| 6                   | <b>Infrastruktur Utilitas – Sistem Terintegrasi On-Site</b>     | Sistem utilitas on-site terintegrasi tersedia                     | WtE Incineration WAJIB: stack, APC canggih (scrubber basah, baghouse, karbon aktif), IPAL, generator cadangan, sistem turbin+generator. WtE Gasification WAJIB: gas cleanup presisi, IPAL, N <sub>2</sub> /O <sub>2</sub>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Permen LHK P.70/2016 Ps. 4–6 (wajib memiliki alat pengendali pencemaran udara yang sesuai; dilarang diencerkan)</li> <li>Permen LHK 13/2021 (CEMS/SISPEK – kewajiban pemantauan emisi kontinu)</li> <li>PP 22/2021 Lamp. (IPAL harus memenuhi baku mutu air limbah)</li> </ul>                                                                   |

| No                            | Kriteria                                          | Indikator                                                                | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                                                                                      | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               |                                                   |                                                                          | supply (opsional), cyclone, scrubber, filter, tar removal.                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 7                             | <b>Sistem Pengendalian Emisi (APC &amp; CEMS)</b> | Sistem APC multi-stage dan CEMS tersedia dan beroperasi                  | WAJIB: APC multi-stage; CEMS; penanganan aman bottom ash & fly ash (B3); sistem keselamatan kebakaran, ledakan, termal. Kegagalan minor scrubber/bag filter → pelanggaran regulasi. Kontrol dioksin & logam berat HARUS stabil jam ke jam. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen LHK P.70/2016 (Baku Mutu Emisi Pengolahan Sampah Secara Termal – WAJIB dipenuhi; parameter: partikulat, SO<sub>2</sub>, NOx, HCl, HF, CO, dioksin/furan, logam berat)</li> <li>• Permen LHK 13/2021 (CEMS/SISPEK WAJIB untuk pengolahan sampah termal kapasitas &gt; 1.000 tpd; data emisi rata-rata jam dilaporkan)</li> <li>• Permen LHK P.70/2016 Ps. 12 (memenuhi baku mutu jika 95% data harian selama 3 bulan memenuhi BME)</li> </ul>         |
| 8                             | <b>Penanganan Abu (Ash Handling)</b>              | Sistem penanganan dan pembuangan abu B3 tersedia                         | Bottom ash dan fly ash WtE bersifat B3 (HAZARDOUS). WAJIB sistem penanganan aman dan solusi pembuangan akhir jangka panjang. Gasifikasi: char/slag WAJIB manajemen residu tar dan B3.                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 22/2021 Lamp. II (Limbah B3 dari kegiatan tertentu – abu incineration termasuk limbah B3 yang harus dikelola sesuai regulasi B3)</li> <li>• Permen LHK 6/2021 (tata cara persyaratan pengelolaan Limbah B3)</li> <li>• Permen LHK P.70/2016 Ps. (residu pengolahan termal harus ditangani sesuai ketentuan B3)</li> <li>• Khusus WtE: Permen LHK (Abu Terbang dan Abu Tinggal dari Pengolahan Sampah Secara Termal – regulasi khusus abu WtE)</li> </ul> |
| 9                             | <b>Sistem Pembersihan Singas – Gasifikasi</b>     | Sistem pembersihan singas (tar removal) tersedia untuk WtE Gasifikasi    | Khusus WtE Gasification: tar/residu dapat menyumbat/merusak peralatan. Tar removal + gas cleaning WAJIB efektif. Kompleksitas jauh lebih tinggi dibanding incineration.                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen LHK P.70/2016 (BME mencakup kegiatan gasifikasi – parameter emisi harus dipenuhi)</li> <li>• Perpres 109/2025 (teknologi harus berbasis teknologi ramah lingkungan – gas cleaning merupakan bagian krusial)</li> <li>• Tidak ada SNI khusus untuk gas cleaning singas dari MSW gasifikasi</li> </ul>                                                                                                                                                 |
| 10                            | <b>Kebutuhan Peralatan Berat &amp; Sistem</b>     | Peralatan industri kelas WtE tersedia atau dapat dipasok                 | WtE Incineration: crane sampah, boiler/turbin, ash handling, scrubber, baghouse. WtE Gasification: shredding/drying, gasifier, gas cleaning, ash/slag handling, crane/conveyor.                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpres 16/2018 (kualifikasi teknis penyedia dalam pengadaan – verifikasi kemampuan penyok peralatan WtE)</li> <li>• Inpres 2/2022 (preferensi produk dalam negeri – berlaku untuk komponen yang tersedia lokal)</li> <li>• DED (Readiness Criteria APBN) wajib mencantumkan spesifikasi peralatan</li> </ul>                                                                                                                                               |
| 11                            | <b>Operasi Kontinu 24/7</b>                       | Kemampuan operasional fasilitas untuk beroperasi 24 jam/hari             | WtE Incineration dan Gasification beroperasi KONTINU (24/7). Hal ini menentukan desain SDM, jadwal shift, dan sistem cadangan.                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen LHK P.70/2016 Ps. 10–11 (pemantauan emisi terus-menerus dilaporkan per jam rata-rata – mengimplikasikan operasi 24/7)</li> <li>• Perpres 109/2025 (PPA 30 tahun – mengimplikasikan operasi kontinu)</li> <li>• Tidak ada regulasi yang secara eksplisit mengatur jam operasi minimum WtE</li> </ul>                                                                                                                                                  |
| <b>Aspek Fiskal/Finansial</b> |                                                   |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 12                            | <b>Kebutuhan Modal (CAPEX)</b>                    | Anggaran investasi modal sangat besar tersedia atau dapat difinansialkan | <ul style="list-style-type: none"> <li>• WtE Incineration: Rp 1–6,4 miliar/tpd (USD 62.000–400.000/tpd)</li> <li>• WtE Gasification: Rp 0,7–5,5 miliar/tpd (USD 44.000–343.750/tpd)</li> </ul>                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpres 109/2025 (BPI Danantara ditunjuk sebagai motor pemilihan BUPP – model pembiayaan BUMN/PPP)</li> <li>• Permen PU 03/2013 + PP 81/2012 (studi kelayakan mencakup analisis CAPEX)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                           |

| No                         | Kriteria                                               | Indikator                                                              | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                                               | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            |                                                        |                                                                        |                                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 17/2021 (KPBU – Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha untuk infrastruktur persampahan)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 13                         | <b>Biaya Operasional (OPEX)</b>                        | Anggaran operasional berkelanjutan yang sangat besar tersedia          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• WtE Incineration: Rp 450–2.100 rb/ton (USD 28–131/ton)</li> <li>• WtE Gasification: Rp 600–2.500 rb/ton (USD 38–156/ton)</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 24 (pembiayaan pengelolaan sampah)</li> <li>• Perpres 109/2025 (Pemda WAJIB menyediakan alokasi APBD untuk operasional PSEL)</li> <li>• UU 28/2009 (retribusi kebersihan sebagai sumber pendapatan O&amp;M)</li> </ul>                                                                                                                                             |
| 14                         | <b>Model Pembiayaan &amp; Kapasitas Fiskal Pemda</b>   | Kapasitas fiskal Pemda atau mekanisme PPP tersedia                     | WtE TIDAK sesuai untuk Pemda dengan kapasitas fiskal rendah. Analisis CAPEX + OPEX + revenue WAJIB mencakup mekanisme PPP, B2B, atau lainnya.                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpres 109/2025 Ps. (kewajiban Pemda: alokasi APBD + menyiapkan lahan; perda retribusi kebersihan)</li> <li>• PP 17/2021 (KPBU – kerangka PPP untuk infrastruktur WtE)</li> <li>• PMK 100/2020 (dukungan fiskal pemerintah untuk KPBU infrastruktur)</li> </ul>                                                                                                                  |
| <b>Aspek Offtaker</b>      |                                                        |                                                                        |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 15                         | <b>Offtaker Listrik – Jaringan PLN (PPA)</b>           | PPA dengan PLN atau oftaker energi terkonfirmasi                       | Perpres 109/2025: tarif feed-in USD 0,20/kWh; PPA 30 tahun; PLN WAJIB beli. WtE di luar Perpres 109/2025: boleh jual ke PLN tapi tarif lebih rendah dan harus mencapai kelayakan komersial mandiri. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpres 109/2025 Ps. (tarif tetap USD 0,20/kWh selama 30 tahun; kewajiban PLN membeli listrik hasil olahan sampah) – KETENTUAN UTAMA</li> <li>• Perpres 35/2018 Ps. 11 (tarif lama: ≤20 MW = USD 13,35 cent/kWh; &gt;20 MW = formula tarif menurun) – telah dicabut oleh Perpres 109/2025</li> <li>• UU 30/2009 Ps. (penjualan listrik dari EBT ke PLN atas dasar PPA)</li> </ul> |
| 16                         | <b>Offtaker Singas – Gasifikasi</b>                    | Offtaker singas atau pengguna industri on-site terkonfirmasi           | Khusus WtE Gasification: pasar singas TERBATAS pada kompleks industri on-site. Harus ada pengguna industri on-site yang terkonfirmasi.                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpres 109/2025 (PSE mencakup bioenergi sebagai output selain listrik – termasuk gas)</li> <li>• Tidak ada regulasi nasional yang mengatur tarif/harga singas dari gasifikasi MSW secara spesifik</li> <li>• Perjanjian B2B antara pengembang gasifikasi dan pengguna industri on-site</li> </ul>                                                                                |
| <b>Aspek Institusional</b> |                                                        |                                                                        |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 17                         | <b>Kesiapan Institusional &amp; SDM Tingkat Tinggi</b> | SDM teknis sangat terampil dan kapasitas manajerial industri tersedia  | WtE: kompleksitas SANGAT TINGGI. SDM sangat terampil + monitoring kontinu + kontrak O&M jangka panjang. Operator WAJIB tersertifikasi sebelum commissioning.                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpres 109/2025 (BUPP bertanggung jawab atas manajemen risiko dan operasional)</li> <li>• Permen LHK P.70/2016 (kewajiban penanggung jawab usaha memantau emisi dan melaporkan)</li> <li>• Tidak ada regulasi yang menetapkan standar kompetensi operator WtE secara nasional – mengacu pada standar internasional</li> </ul>                                                    |
| 18                         | <b>Kerangka Tata Kelola &amp; Pengawasan Regulasi</b>  | Struktur tata kelola dan instrumen regulasi lingkungan tersedia        | WAJIB: struktur tata kelola (KLHK, UPTD/BLUD, Perda). CEMS real-time → diakses publik; audit pihak ketiga berkala. Pembelajaran sukses: Malmö (±6 tahun), Kobe (±5 tahun).                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 6–7 (kewenangan Pemda dalam pengelolaan sampah)</li> <li>• Perpres 109/2025 (tata kelola PSEL oleh Pemda + BPI Danantara + KLHK)</li> <li>• Permen LHK 13/2021 (SISPEK/CEMS – data emisi real-time ke sistem KLHK)</li> <li>• AMDAL (PP 22/2021) WAJIB sebelum konstruksi WtE</li> </ul>                                                                           |
| 19                         | <b>Analisis Risiko Komprehensif</b>                    | Analisis risiko dari perspektif Pemda, operator, dan oftaker dilakukan | Risiko kritis: kegagalan operasional/downtime tinggi, emisi melebihi standar, biaya O&M melebihi proyeksi, penolakan sosial, kesalahan                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (studi kelayakan komprehensif sebagai dasar investasi)</li> <li>• AMDAL (PP 22/2021 Lamp.) WAJIB mencakup analisis risiko lingkungan dan sosial</li> </ul>                                                                                                                                                                                                       |

| No | Kriteria                                                   | Indikator                                                                        | Threshold / Ketentuan                                                                                                                                                                             | Regulasi / Kebijakan — Hukum Pendukung                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                            | sebelum implementasi                                                             | desain, kegagalan integrasi rantai sampah. Setiap risiko WAJIB ada mitigasinya.                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpres 16/2018 (manajemen risiko dalam pengadaan)</li> <li>• Perpres 109/2025 (BPI Danantara menilai kelayakan komersial, finansial, dan manajemen risiko)</li> </ul>                                                                                                                                                                                      |
| 20 | <b>Kesiapan Lokasi &amp; AMDAL</b>                         | Lokasi fasilitas sesuai tata ruang dan AMDAL telah dilakukan                     | Pemilihan lokasi WAJIB melalui AMDAL. Faktor: akses jalan, banjir, jarak sumber sampah, bencana, sosial masyarakat sekitar. Isolasi kebisingan, drainase, infrastruktur jalan WAJIB dipastikan.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• PP 22/2021 (penyelenggaraan AMDAL – WAJIB untuk kegiatan berdampak penting seperti WtE)</li> <li>• Perpres 109/2025 (pembangunan PSEL membutuhkan ~2,5 tahun + AMDAL WAJIB dipenuhi)</li> <li>• PP 21/2021 (penataan ruang – peruntukan lokasi TPST/PSEL harus sesuai RTRW)</li> <li>• Readiness Criteria APBN: dokumen SPPL/UKL-UPL/AMDAL WAJIB</li> </ul> |
| 21 | <b>Uji Tuntas (Due Diligence) Vendor &amp; Rekam Jejak</b> | Validasi mendalam klaim vendor, rekam jejak, dan kinerja aktual fasilitas serupa | WAJIB: kunjungan lapangan ke instalasi existing, review data operasional, wawancara operator, konfirmasi kinerja O&M. Pembelajaran kegagalan: plasma gasification Pune India (2021–2024).         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpres 16/2018 (Pengadaan – kualifikasi teknis wajib diverifikasi; sanksi untuk klaim palsu)</li> <li>• PP 81/2012 Ps. 5 (studi kelayakan mendalam sebelum investasi)</li> <li>• Perpres 109/2025 (BPI Danantara melakukan seleksi BUPP berdasarkan kelayakan finansial dan teknis)</li> </ul>                                                             |
| 22 | <b>Penunjukan Model Bisnis &amp; Kontrak</b>               | Model bisnis dan struktur kontrak yang jelas ditetapkan                          | Kontrak HARUS mencakup: klausul take-or-pay, volume minimum terjamin, diversifikasi sumber, proyeksi kebijakan pengurangan sampah. Pengalaman Jakarta (awal 2000-an): >100 MOU tidak terealisasi. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpres 109/2025 (BUPP terikat PPA 30 tahun dengan PLN; kewajiban Pemda menyuplai sampah minimum 1.000 tpd)</li> <li>• PP 17/2021 (KPBU – perjanjian KPBU mencakup alokasi risiko dan kewajiban minimum)</li> <li>• Permen LHK P.70/2016 Ps. 19 (laporan pemantauan emisi WAJIB sebagai bagian kewajiban kontrak)</li> </ul>                                |
| 23 | <b>Pendampingan Teknis Selama Komisioning</b>              | Dukungan teknis vendor selama periode transisi commissioning                     | Praktik internasional (Jepang, Korea): periode commissioning HINGGA 2 TAHUN, vendor TETAP bertanggung jawab atas kinerja. Mekanisme serupa WAJIB diintegrasikan dalam kontrak.                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Perpres 16/2018 (kewajiban vendor/penyedia atas garansi kinerja dalam kontrak pengadaan)</li> <li>• PP 17/2021 (KPBU – masa konstruksi dan komisioning termasuk dalam perjanjian KPBU)</li> <li>• Perpres 109/2025 (BUPP bertanggung jawab atas investasi layak secara finansial dan operasional)</li> </ul>                                                |
| 24 | <b>Kesiapan Logistik Pengumpulan &amp; Antrian Truk</b>    | Sinkronisasi logistik hulu ke hilir fasilitas WtE                                | Jumlah truk besar → bunker/pit sampah dalam untuk mencegah antrian; truck wash-down direkomendasikan. TPS, jadwal, armada, antrian HARUS disinkronkan.                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permen PU 03/2013 Ps. 20–22 (jadwal pengumpulan/pengangkutan WAJIB ada; sampah terpilah tidak boleh dicampur)</li> <li>• Perpres 109/2025 (Pemda WAJIB menjamin ketersediaan sampah 1.000 tpd – mengimplikasikan kewajiban logistik)</li> <li>• PP 81/2012 Ps. 18 (pengangkutan sesuai jadwal dari TPS ke TPST/TPA)</li> </ul>                              |

## LAMPIRAN 4 BENCHMARK GLOBAL: STUDI KOMPARATIF PENGELOLAAN SAMPAH INTERNASIONAL

### Uni Eropa: Standar BAT sebagai Penjamin Ambang Batas Kinerja

Uni Eropa membangun sistem tata kelola persampahan di atas dua pilar regulasi utama: Waste Framework Directive (Directive 2008/98/EC) sebagai landasan kebijakan umum, dan Industrial Emissions Directive (Directive 2010/75/EU) sebagai instrumen kontrol polusi industri. Di bawah kedua direktif ini, dokumen teknis Best Available Techniques (BAT) Reference Document (BREF) berfungsi sebagai operasionalisasi standar teknis yang harus dipenuhi oleh setiap fasilitas pengolahan sampah.

Pendekatan BAT memiliki logika desain yang unik: alih-alih menentukan teknologi mana yang boleh digunakan, BAT menetapkan standar kinerja minimum berupa BAT-Associated Emission Levels (BAT-AELs) dan membiarkan operator memilih teknologi apa pun selama mampu mencapai standar tersebut. Setelah beroperasi, fasilitas wajib memasang Continuous Emission Monitoring Systems (CEMS) untuk NOx, CO, debu, SO2, dan HCl, serta melaporkan hasilnya secara berkala melalui registri elektronik.

### Model India: Seleksi Teknologi Berbasis CPCB Guidelines

India menghadirkan model yang berbeda secara fundamental dan justru lebih relevan sebagai komparator bagi Indonesia karena kemiripan konteks: negara berkembang berpenduduk besar dengan karakteristik sampah tropis (kadar organik tinggi, kadar air tinggi), kapasitas kelembagaan daerah yang beragam, dan tekanan urbanisasi yang masif.

Perbedaan paling mendasar dari sistem Eropa adalah bahwa di India, panduan CPCB berfungsi sebagai alat seleksi teknologi di awal (front-end selection tool), bukan sebagai standar kinerja. Urban Local Bodies (ULB) dapat memilih teknologi pengolahan dengan mengintegrasikan 10 kriteria CPCB sebelum memutuskan teknologi yang akan dibangun, sehingga keputusan teknologi harus ditentukan oleh data kontekstual lokal dan mencegah kesalahan investasi sebelum modal terbuang.

### Matriks Komparasi Kerangka Kerja: Uni Eropa vs. India

| Dimensi Perbandingan     | Uni Eropa — BAT / Industrial Emissions Directive                                                                                                         | India — CPCB Guidelines / SWM Rules 2016 & 2026                                                                                                                    |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tujuan & Positioning     | End-of-process Standard — Menjamin setiap fasilitas beroperasi dengan Best Available Techniques dan memenuhi standar emisi ketat.                        | Front-end Selection Tool — Memandu ULB memilih teknologi paling sesuai konteks lokal sebelum keputusan investasi diambil, berdasarkan 10 kriteria kesesuaian.      |
| Lingkup Regulasi         | Directive 2008/98/EC dan 2010/75/EU — Mengikat (binding) bagi 27 Negara Anggota EU.                                                                      | SWM Rules 2016, SWM Rules 2026, CPCB Guidelines — Panduan nasional wajib bagi ULB, implementasi di tingkat negara bagian melalui SPCB.                             |
| Kriteria Utama           | Berbasis kinerja teknis fasilitas: kesesuaian dengan BAT Conclusions, pemenuhan BAT-AELs untuk emisi udara, efisiensi energi dan pengelolaan residu abu. | Berbasis kesesuaian konteks lokal — 10 Kriteria CPCB: kuantitas timbunan sampah, ketersediaan lahan, kondisi lingkungan, penerimaan sosial, dan kesiapan offtaker. |
| Ambang Batas (Threshold) | BAT-AELs menetapkan angka spesifik batas emisi yang ditetapkan melalui evaluasi teknis oleh working group ahli (BREF review process) secara berkala.     | Baku mutu emisi ditetapkan CPCB secara nasional; 10 kriteria seleksi bersifat kualitatif-kontekstual.                                                              |
| Decision Support Tools   | BAT Conclusions Checklist (audit mandiri operator); Multi-Criteria Assessment dan Life-Cycle Thinking/LCA untuk evaluasi alternatif teknologi.           | 10-Kriteria CPCB sebagai alat seleksi awal; EIA wajib untuk skala besar; perizinan bertahap CTE dan CTO.                                                           |
| Status Implementasi      | Sistem berjalan baik di Eropa Barat berkat infrastruktur regulasi dan kapasitas pengawasan yang kuat.                                                    | SWM Rules 2026 memperketat kewajiban, namun kapasitas ULB tingkat kota kecil masih terbatas.                                                                       |
| Posisi Hukum & Sanksi    | Direktif EU mengikat dalam hal hasil akhir; sanksi berupa denda finansial berat atau penutupan paksa fasilitas.                                          | Regulasi nasional wajib bagi ULB; penegakan oleh SPCB; sanksi berupa Environmental Compensation langsung.                                                          |

## CCET (Centre on Circular Economy and Transition): Decision Tool untuk Negara Berkembang

Centre on Circular Economy and Transition (CCET), yang beroperasi di bawah naungan UNEP, mengembangkan panduan teknis dan instrumen pengambilan keputusan yang dirancang khusus untuk konteks negara berkembang — mengisi gap antara standar global yang aspirasional dan kapasitas implementasi yang terbatas.

Salah satu kontribusi terpenting CCET adalah Pre-Check Flow Framework: matriks penapisan berlapis yang mengklasifikasikan kriteria ke dalam tiga tingkatan — Mandatori (wajib dipenuhi, tidak ada toleransi), Sangat Disarankan (sangat berpengaruh pada keberhasilan), dan Disarankan (meningkatkan kualitas namun tidak mutlak). Apabila kriteria Mandatori tidak terpenuhi di tahap awal, sistem langsung merekomendasikan penghentian atau penangguhan proyek sebelum modal diberikan.

| Aspek                   | Deskripsi                                                                                                                                                                         |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lingkup Panduan         | Teknologi-spesifik (pengomposan, MBT, WtE insinerasi, gasifikasi); diterbitkan sebagai seri pedoman terpisah yang dapat digunakan secara modular.                                 |
| Struktur Pre-Check Flow | Mandatori: harus dipenuhi sebelum melanjutkan. Sangat Disarankan: sangat berpengaruh pada keberhasilan jangka panjang. Disarankan: meningkatkan kualitas dan keberlanjutan.       |
| Metodologi Keputusan    | Multi-Criteria Decision-Making (MCDM): AHP untuk pembobotan kriteria, TOPSIS/VIKOR untuk perangkingan alternatif, ANP untuk sistem kompleks dengan ketergantungan antar kriteria. |
| Kerangka Dua Segitiga   | Menyeimbangkan dimensi fisik-teknis (pengumpulan, pengolahan, pembuangan) dengan dimensi tata kelola (inklusivitas sosial, keberlanjutan finansial, kelembagaan sehat).           |