



KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
MINISTRY OF ENVIRONMENT AND FORESTRY

The Operational Plan of Indonesia's

ZERO WASTE EMISSION 2050



EXECUTIVE SUMMARY

Dalam menghadapi tantangan lingkungan berupa peningkatan emisi gas rumah kaca, Indonesia telah menunjukkan komitmennya untuk menanggulangi hal tersebut dengan menandatangani *Paris Agreement*. Perjanjian ini mengambil tindakan untuk membatasi kenaikan rata-rata suhu global di bawah 2° Celcius dan melakukan upaya pembatasan hingga di bawah 1.5° Celsius. Selanjutnya Indonesia melakukan ratifikasi *Paris Agreement* melalui UU No. 16 Tahun 2016 dan menyusun strategi jangka panjang untuk mengurangi emisi GRK di Indonesia. Salah satu sektor yang menjadi target penurunan emisi gas rumah kaca adalah dari sektor limbah.

Penyusunan rencana aksi *Zero Waste Zero Emission 2050* dilakukan untuk menyediakan kerangka kerja yang komprehensif dalam rangka penurunan emisi gas rumah kaca dan menguraikan target penurunan emisi GRK menjadi sebuah rencana aksi yang terukur. Selain itu, rencana aksi *Zero Waste Zero Emission* disusun untuk memfasilitasi penerapan strategi pengelolaan limbah yang berkelanjutan untuk mencapai pengurangan emisi GRK sektor limbah. Rencana Indonesia dalam pengendalian emisi sektor limbah dilakukan dengan melakukan mitigasi pada 4 kategori aktivitas pengelolaan limbah, yaitu pengelolaan limbah padat domestik, pengelolaan limbah cair domestik, pengelolaan limbah padat industri, dan pengelolaan limbah cair industri.

Penyusunan rencana aksi *zero waste zero emission* dilakukan dengan memperhitungkan *baseline* data emisi gas rumah kaca sektor limbah di Indonesia sejak tahun 2010. Berdasarkan permodelan data emisi GRK tersebut, maka diperoleh puncak emisi akan dicapai di tahun 2030. Untuk itu, diperlukan aksi

mitigasi untuk mengurangi lepasan emisi GRK untuk mencapai target *net zero emission* Indonesia di tahun 2060 atau lebih cepat.

Untuk mencapai *zero waste* di tahun 2040, maka strategi yang akan dilakukan oleh Indonesia dibagi berdasarkan pengelolaan limbahnya. Pada subsektor limbah padat domestik, pelaksanaan mitigasi dilakukan dengan mendorong pengelolaan berbasis 3R dan ekonomi sirkular. Tidak akan ada lagi *landfill* baru sejak tahun 2030 dan sampah yang di-*landfill*-kan akan berkurang sejak 2030. Selain itu, akan ada peningkatan pengelolaan sampah yang tidak lagi masuk ke *landfill* di tahun 2030 melalui *waste to energy*, penggunaan kertas daur ulang dalam negeri sebagai bahan baku industri daur ulang kertas, *zero open burning* di tahun 2030, 3R selain kertas, dan *landfill mining* yang akan dimulai tahun 205.

Mitigasi subsektor limbah cair domestik akan dilakukan dengan operasionalisasi IPAL terpadu dan pengambilan lumpur tinja dari MCK untuk diolah di IPLT. Selain itu, operasionalisasi IPAL komunal juga dilakukan dengan dilengkapi sistem biodigester untuk pemanfaatan *gas flaring*.

Pada subsektor limbah industri, pemanfaatan sludge dilakukan sebagai alternatif bahan baku, bahan bakar, dan pembuatan kompos. Untuk limbah cair industri, dilakukan penangkapan gas *methane* yang kemudian dimanfaatkan sebagai alternatif listrik dengan sistem biodigester.

Melalui aksi mitigasi tersebut, maka emisi puncak dari sektor limbah akan terjadi di tahun 2030, yaitu sebesar 183,662 juta ton CO₂e, dan akan berkurang hingga mencapai 26,498 juta ton CO₂e di tahun 2050 dan mencapai nilai 7,027 juta ton CO₂e di tahun 2060. Sektor limbah tidak dapat mencapai *zero emissio* Ministry of

Environment and Forestry karena dalam pengelolaan limbah yang dilakukan masih mengeluarkan emisi.

Melalui strategi pengurangan limbah yang inovatif, inisiatif daur ulang dan pengomposan, investasi pada sumber energi terbarukan, serta pemanfaatan limbah sebagai bahan baku alternatif, maka akan diperoleh pencapaian pengurangan jejak karbon secara drastis dan semakin mendekati tujuan *net zero emission* Indonesia yaitu mendekati nol emisi. Rencana ini tidak hanya mewakili komitmen terhadap pelestarian lingkungan, namun juga merupakan langkah signifikan menuju visi mengenai masa depan yang berkelanjutan dan rendah karbon.



KATA PENGANTAR

Undang - Undang RI No. 16 tahun 2016 Tentang Pengesahan Paris Agreement to The Nations Framework Convention on Climate Change (Persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa Bangsa Mengenai Perubahan Iklim, Presiden Jokowi dalam Pidato di COP 21 Paris menyampaikan bahwa NDC Indonesia merupakan gambaran transisi dan komitmen peningkatan aksi menuju pembangunan rendah emisi dan berketahanan iklim periode 2015-2020 yang menjadi landasan untuk menentukan tujuan lebih ambisius pasca-2020 dalam rangka pencegahan kenaikan temperatur global sebesar 2°C dan berupaya membatasi kenaikan temperatur global sebesar 1,5°C dibandingkan masa pra-industri. Pasca-2020, Indonesia telah menetapkan target unconditional sebesar 29% dan target conditional sampai dengan 41% dibandingkan skenario business as usual di tahun 2030. Indonesia, sebagai salah satu negara yang mengadopsi Perjanjian Paris, telah melakukan ratifikasi terhadap perjanjian tersebut. Melalui Undang-undang nomor 6 tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, Indonesia menunjukkan komitmennya dalam menghadapi dampak perubahan iklim sebagai ancaman yang serius.

Pada tahun 2021, Pemerintah Indonesia menyampaikan dokumen Updated NDC dan berangkaik dengan penyusunan strategi jangka panjang pembangunan





rendah karbon berketahanan iklim (*Long Term Strategy Low Carbon and Climate Resilience 2050; LTS-LCCR 2050*). Untuk sektor pengelolaan limbah, Pemerintah Indonesia berkomitmen untuk mengembangkan strategi komprehensif dalam peningkatan kapasitas kelembagaan dan penguatan kebijakan di tingkat tapak, meningkatkan kapasitas pengelolaan air limbah perkotaan, mengurangi limbah ke *landfill* dengan mempromosikan pendekatan "Reduce, Reuse, Recycle", dan pemanfaatan limbah dan sampah menjadi energi.

Dokumen ini menguraikan pendekatan strategis dari sektor limbah untuk mencapai *zero waste* di tahun 2040 sehingga *near zero emission* dapat dicapai di tahun 2050. Berdasarkan hasil analisis yang telah kami lakukan menunjukkan bahwa puncak emisi akan dicapai pada tahun 2030. Setelah puncak ini, antisipasi penurunan emisi secara bertahap dapat dilakukan dengan perkiraan tingkat mendekati nol pada tahun 2050. Penting untuk dicatat bahwa pada sektor limbah tidak mungkin mencapai *zero emission* dalam aksi mitigasinya, mengingat bahwa proses penanganan limbah pada dasarnya menghasilkan emisi pada tingkat tertentu. Namun, tujuan kami adalah meminimalkan hal ini semaksimal mungkin.

Keberhasilan implementasi dokumen perencanaan ini sangat bergantung pada partisipasi aktif dan kerja sama seluruh pemangku kepentingan. Keterlibatan mereka sangat penting dalam memastikan bahwa strategi yang telah disusun dilaksanakan secara efektif dan tujuan



dapat tercapai. Kami percaya bahwa melalui upaya kolektif dan tanggung jawab bersama, dari masyarakat, kita dapat mengurangi jejak karbon secara signifikan dan memberikan dampak positif terhadap planet kita.

Kami berharap dapat bekerja sama menuju masa depan yang lebih berkelanjutan. Dukungan dan komitmen Anda sangat penting bagi keberhasilan rencana operasi ini. Mari kita bersama-sama dalam upaya mulia ini untuk menjaga lingkungan kita demi generasi mendatang.

Jakarta, November 2023

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN

Dr. Ir. Siti Nurbaya Bakar, M.Sc.



DAFTAR ISI

EXECUTIVE SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	1
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Dasar Hukum.....	7
1.3 Tujuan dan Sasaran.....	11
1.4 Ruang Lingkup.....	11
BAB II INDONESIA LTS-LCCR, NDC, DAN INSTRUMEN LHK.....	14
2.1 Strategi jangka panjang pembangunan rendah emisi karbon dan tangguh iklim 2050 (LTS-LCCR 2050)	14
2.2 <i>Enhanced Nationally Determined Contribution</i> (ENDC).....	17
2.3 Kebijakan dan Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan	28
BAB III ANALISIS RENCANA PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA SEKTOR LIMBAH	53
3.1 Kondisi Pengelolaan Limbah di Indonesia.....	53

3.2	Target Nasional Penurunan emisi GRK Sektor Limbah	75
BAB IV RENCANA OPERASIONAL PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA SEKTOR LIMBAH		
4.1	Penetapan Arahana Pelaksanaan Aksi Mitigasi	80
4.2	Penetapan lokasi target pelaksanaan rencana operasi	81
4.3	Aksi mitigasi menuju <i>Zero Waste Zero Emission</i>	82
4.3.1	Subsektor Limbah Padat Domestik	82
4.3.2	Subsektor Limbah Cair Domestik.....	93
4.3.3	Subsektor Limbah Industri	95
4.4	Pemodelan aksi mitigasi tingkat tapak (kabupaten/kota).....	103
BAB V KAIDAH PELAKSANAAN DAN PENGORGANISASIAN.....		
5.1	Kaidah Pelaksanaan	107
5.2	Pengorganisasian Kerja.....	108
5.3	Dukungan Pendanaan	116
5.3.1	Fasilitas composting	119
5.3.2	Fasilitas Black Soldier Fly (BSF).....	121
5.3.3	Fasilitas Bank Sampah Induk.....	123
5.3.4	Fasilitas Pusat Daur Ulang.....	126
5.3.5	Fasilitas RDF Komunal	129

5.4	Pelaporan, Monitoring, dan Evaluasi.....	136
5.5	Penutup	137

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Indonesia Enhanced NDC	3
Tabel 2. Target Reduksi Emisi GRK Sektor Limbah Enhanced NDC Subsektor Limbah Padat Domestik....	20
Tabel 3. Target Reduksi Emisi GRK Sektor Limbah Enhanced NDC Subsektor Limbah Cair Domestik	25
Tabel 4. Target Reduksi Emisi GRK Sektor Limbah Enhanced NDC Subsektor Limbah Cair Domestik	27
Tabel 5. Kebijakan Terkait Limbah Padat Domestik	29
Tabel 6. Kebijakan Terkait Limbah Padat Industri	39
Tabel 7. Tingkat Emisi GRK Sektor Limbah Setelah Pelaksanaan Mitigasi	76
Tabel 8. Kapasitas Nasional Pengelolaan Limbah Padat Domestik yang Dimiliki per tahun 2022	85
Tabel 9. Aksi Mitigasi Pengelolaan Limbah Padat Domestik (Sampah)	86
Tabel 10. Pengorganisasian Kerja dalam Rencana Aksi <i>Zero Waste Zero Emission</i>	109
Tabel 11. Biaya Investasi untuk Fasilitas Komposting.....	120
Tabel 12. Biaya Investasi untuk Fasilitas BSF.....	122
Tabel 13. Biaya Investasi untuk Fasilitas Bank Sampah Induk.....	123
Tabel 14. Biaya Investasi untuk Fasilitas Pusat Daur Ulang	126
Tabel 15. Biaya Investasi untuk Fasilitas RDF Komunal Kapasitas 3 ton/hari	129
Tabel 16. Biaya Investasi untuk Fasilitas Komposting Kapasitas 5 ton/hari	131

Tabel 18. Biaya Investasi untuk Fasilitas RDF Komunal Kapasitas 10 ton/hari	133
--	-----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Strategi LTS-LCCR Sektor Limbah : a) CPOS (current policy scenario); b) TRNS (transition scenario); dan c) LCCP (low carbon scenario compatible with Paris Agreement target).....	15
Gambar 2. Diagram Aksi Road Map Mitigasi NDC	18
Gambar 3. Komposisi Sampah Di Tahun 2022 (sumber sipsn.menlhk.go.id)	55
Gambar 4. Total Sampah Terkelola dari Jenis Fasilitas Pengelolaan Sampah 2022	57
Gambar 5. Diagram Alir Kegiatan Pengelolaan Sampah	63
Gambar 6. Proses Bisnis Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik/SPALD (Sumber: Kementerian PPN/Bappenas)	66
Gambar 7. Proses Bisnis Pengelolaan Limbah Padat Industri.....	70
Gambar 8. Total Limbah yang Dihasilkan (dalam Ton)	71
Gambar 9. a) Perbandingan Jumlah Penghasil Limbah dengan Jumlah Jasa Pengelola Limbah; b) Perbandingan Kapasitas Pengolahan Limbah dengan Timbulan Limbah	73
Gambar 10. Target Pencapaian <i>Zero Waste Zero Emission</i>	77
Gambar 11. Komposisi emisi GRK dari sektor Limbah	81
Gambar 12. Pengelolaan Limbah Padat Domestik.....	84
Gambar 13. Pengurangan Jumlah Sampah di <i>Landfill</i> setelah dilakukan <i>Mining</i> (Catatan: 'negatif' untuk menunjukkan sampah yang ditimbun di landfill	

berkurang atau tidak ada lagi sampah yang ditimbun di landfill)	89
Gambar 14. Target Penurunan Emisi dari Subsektor Limbah Padat Domestik	91
Gambar 15. Emisi GRK dari Material Berbasis Fosil pada Limbah Padat Domestik di PLTSa/RDF.....	92
Gambar 16. LFG Recovery	93
Gambar 17. BOD Limbah Cair Domestik.....	94
Gambar 18. Profil Emisi Limbah Cair Domestik.....	95
Gambar 19. Kandungan Organik dalam Limbah Cair..	96
Gambar 20. Profil Emisi Subsektor Limbah Industri	97
Gambar 21. WWTP <i>Sludge Removal</i>	98
Gambar 22. COD pemanfaatan Sludge IPAL Industri Pulp/Paper	99
Gambar 23. Profil Emisi Subsektor Limbah Padat dan Limbah Cair Industri.....	100
Gambar 24. Profil Emisi dari TKS.....	101
Gambar 25. <i>Methane Recovery</i> Limbah Cair Industri	102
Gambar 26. Hasil Simulasi untuk Kota Surabaya	105
Gambar 27. Hasil Simulasi untuk Kota Balikpapan ...	105
Gambar 28. Skema Pendanaan.....	119
Gambar 29. Alur Mekanisme Pelaporan dan Verifikasi Pengurangan Emisi GRK	137



BAB I

PENDAHULUAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) merupakan permasalahan global yang berdampak luas terhadap lingkungan dan ekosistem secara spesifik. GRK yang dihasilkan dari kegiatan manusia berbanding lurus dengan tingkat populasi dunia yang mengakibatkan meningkatnya konsumsi energi yang dibutuhkan. Untuk menanggulangi hal tersebut, secara progresif pergerakan masyarakat dunia terus berpacu dengan memanfaatkan potensi sumber daya secara maksimal guna mengurangi emisi GRK secara efektif dan menjaga sumber daya alam secara berkelanjutan. Persetujuan Paris (*Paris Agreement*) yang diadopsi pada COP-21 UNFCCC tahun 2015 merupakan cerminan sikap para pemimpin dunia akan kesadaran dan sikap baru untuk bersama-sama menghadapi ancaman perubahan iklim, mengambil tindakan untuk membatasi kenaikan rata-rata suhu global di bawah 2° Celcius dan melakukan upaya pembatasan hingga di bawah 1.5° Celsius.

Pemerintah telah melakukan ratifikasi *Paris Agreement to the United Nation Framework Convention on Climate Change* melalui UU No. 16 tahun 2016. Indonesia telah menyampaikan dokumen *Nationally Determined Contribution* (NDC) kepada Sekretariat UNFCCC di tahun 2016 dan dilengkapi dengan arahan implementasi pelaksanaannya yang

dituangkan dalam Peta Jalan NDC serta melakukan *Updated NDC* di tahun 2021 dan *Enhanced NDC* di tahun 2022. Indonesia juga telah menyampaikan strategi jangka panjang untuk mengurangi tingkat emisi GRK kepada Sekretariat UNFCCC di tahun 2021 yang dituangkan di dalam dokumen Indonesia *Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience (LTS LCCR) 2050*. Pada Dokumen Indonesia LTS LCCR 2050 tersebut, dinyatakan bahwa Indonesia akan mencapai '*Peak Emissions*' di tahun 2030 dan Net Zero Emission untuk semua sektor penghasil emisi di tahun 2060 atau lebih awal melalui skenario *current policy (extended NDC)*, transisi dan LCCP (*low carbon compatible with Paris Agreement*). Sektor limbah akan mencapai *peak emission* di tahun 2030 sebesar 183,662 Gg CO₂e dan di tahun 2050 masih menyisakan emisi GRK sebesar 26,498 Gg CO₂e dan akan terus berkurang sesuai dengan target nasional pada tahun 2060 yaitu 7.027 Gg CO₂e (*near zero emission*). Hal ini disebabkan karena dalam pengelolaan limbah akan tetap menghasilkan emisi, sehingga tidak dapat mencapai *zero waste* dan *zero emission*.

NDC Indonesia mencakup aspek mitigasi, adaptasi, kerangka transparansi dan dukungan sumber daya (pendanaan, peningkatan kapasitas, pengembangan dan alih teknologi perubahan iklim). Target yang dituangkan dalam *Enhanced NDC* Indonesia pada tahun 2030 untuk mitigasi (Tabel 1) adalah mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 31,89%

dengan upaya sendiri dan sampai dengan 43,2% dengan dukungan kerja sama internasional dari kondisi tanpa ada aksi (*business as usual*) dan untuk aspek adaptasi adalah peningkatan ketahanan ekonomi, ketahanan sosial dan sumber penghidupan dan ketahanan ekosistem dan lanskap.

Pada sektor Limbah, Indonesia menargetkan untuk mengurangi tingkat emisi GRK sebesar 40 Mton CO₂eq atau 1.4% dari BaU di tahun 2030 dengan usaha sendiri untuk skenario kebijakan *unconditional target* (CM1) dan 43.5 Mton CO₂eq atau sebesar 1.5% dari BAU di tahun 2030 jika ada dukungan kerja sama internasional untuk skenario kebijakan *conditional target* (CM2), sebagaimana diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Indonesia Enhanced NDC

Sector	GHG Emission Level 2010* (Mton CO ₂ -eq)	GHG Emission Level 2030			GHG Emission Reduction				Annual Average Growth BAU (2010-2030)	Average Growth 2000-2012
		Mton CO ₂ -eq			Mton CO ₂ -eq		% of Total BaU			
		BaU	CM1	CM2	CM1	CM2	CM1	CM2		
1. Energy*	453.2	1,669	1,311	1,223	358	446	12.5%	15.5%	6.7%	4.50%
2. Waste	88	296	256	253	40	43.5	1.4%	1.5%	6.3%	4.00%
3. IPPU	36	69.6	63	61	7	9	0.2%	0.3%	3.4%	0.10%
4. Agriculture	110.5	119.66	110	108	10	12	0.3%	0.4%	0.4%	1.30%
5. Forestry and Other Land Uses (FOLU)**	647	714	214	-15	500	729	17.4%	25.4%	0.5%	2.70%
TOTAL	1,334	2,869	1,953	1,632	915	1,240	31.89%	43.20%	3.9%	3.20%

Notes: CM1= Counter Measure 1 (*unconditional mitigation scenario*)
 CM2= Counter Measure 2 (*conditional mitigation scenario*)

*) Including fugitive.

**) Including emission from estate and timber plantations.

Berdasarkan IPCC *guideline* 2006, sumber utama emisi GRK dari sektor limbah berasal dari aktivitas pengelolaan limbah yang diklasifikasikan ke dalam 4 kategori yaitu:

- a. Pengelolaan limbah padat domestik (sampah) seperti pada TPA/landfill, pengelolaan biologi atau komposting, pembakaran terbuka (open burning) dan insinerasi,
- b. Pengelolaan limbah cair domestik (baik pengelolaan terpusat di IPAL maupun pengelolaan dengan *septic tank*, cubluk, dan lainnya),
- c. Pengelolaan limbah cair industri dan
- d. Pengelolaan limbah padat industri.

Salah satu komponen dari strategi nasional dalam pencapaian target NDC adalah implementasi NDC dengan tujuan pembangunan rendah karbon dan berketahanan iklim pada sektor limbah, yang perlu dipantau untuk kepentingan *tracking* sejauh mana target penurunan emisi GRK telah dilakukan. Sebagai upaya mitigasi pada subsektor limbah domestik padat, telah dilakukan pengurangan limbah padat yang dibawa ke TPA dan dikelola di *landfill* melalui:

- a. Pengolahan sampah menjadi kompos skala komunal, komposting di TPA Tempat Pengolahan Sampah Terpadu 3R (TPST 3R), dan Pusat Olah Organik (POO);
- b. pengelolaan kertas secara 3R melalui operasionalisasi kegiatan bank sampah, Pusat Daur Ulang (PDU), tempat pengolahan sampah terpadu 3R (TPST 3R), TPST; dan
- c. pemanfaatan sampah organik melalui budidaya maggot dan biogas.

Dalam penguatan implementasi kegiatan pengurangan sampah di sumbernya, KLHK telah menerbitkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor P.75/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2019 tentang Peta Jalan Pengurangan Sampah Oleh Produsen. Peraturan ini mewajibkan produsen sektor bidang usaha manufaktur pemegang merek, bidang usaha ritel, dan bidang usaha jasa makanan dan minuman untuk mengurangi sampah yang berasal dari produk dan kemasan produk yang mereka hasilkan dan pasarkan serta jasa yang diberikan dengan cara membatasi timbulan sampah, mendaur ulang sampah melalui penarikan kembali, dan memanfaatkan kembali sampah. Selain itu, pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.14 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Sampah pada Bank Sampah mewajibkan minimal satu kota/kabupaten memiliki satu Bank Sampah Induk yang berbadan usaha berbadan hukum di tahun 2023, sehingga dapat bermitra dengan industri daur ulang secara langsung.

Untuk mengurangi gas metan di *landfill* terbuang bebas, telah dilakukan juga *landfill gas* (LFG) *recovery* diikuti dengan rehabilitasi TPA operasional *sanitary/controlled landfill* yang dilengkapi dengan fasilitas pengelolaan gas metan. Selain itu, dari aspek regulasi telah diterbitkan kebijakan yang mendukung mitigasi dari subsektor limbah padat domestik, antara lain Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional

(Jakstranas) Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Rumah Tangga yang memuat kebijakan, strategi, program dan target pengurangan sampah di tahun 2025 dan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2018 tentang Percepatan Pembangunan Instalasi Pengolahan Sampah Menjadi Energi Listrik Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan.

Upaya untuk menghindari emisi GRK pada subsektor limbah cair domestik dilakukan melalui operasionalisasi IPAL terpusat/terpadu dengan metode aerasi dan pengambilan lumpur tinja dari MCK untuk diolah di IPLT. Kegiatan mitigasi emisi GRK lainnya pada subsektor limbah cair domestik dilakukan melalui operasionalisasi IPAL komunal yang dilengkapi dengan sistem biodigester untuk pemanfaatan gas *flaring* sebagai bahan bakar gas rumah tangga.

Pada subsektor limbah padat industri, telah dilakukan pemanfaatan *sludge* IPAL menjadi bahan baku, bahan bakar dan menjadi kompos. Untuk subsektor limbah cair industri, pengambilan *sludge* IPAL tidak dapat dikategorikan sebagai mitigasi penghindaran emisi GRK karena pengambilan *sludge* merupakan praktik yang umum dilakukan. Namun pemanfaatan *sludge* tersebut dapat diperhitungkan sebagai upaya mitigasi pada subsektor limbah padat. Pengurangan emisi GRK pada subsektor limbah cair industri telah dilakukan melalui penangkapan gas methane dari

IPAL industri untuk dimanfaatkan sebagai alternatif listrik dengan sistem biodigester.

1.2 Dasar Hukum

- a. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah;
- b. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja;
- c. Undang-Undang No. 16 Tahun 2016 Pengesahan *Paris Agreement to The United Nations Framework Convention on Climate Change* (Persetujuan Paris Atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim);
- d. Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Penetapan Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja;
- e. Peraturan Pemerintah Nomor 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga;
- f. Peraturan Pemerintah Nomor 122 Tahun 2015 tentang Sistem Penyediaan Air Minum;
- g. Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko;

- h. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup;
- i. Peraturan Presiden nomor 97 tahun 2017 tentang Kebijakan Dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga;
- j. Peraturan Presiden nomor 35 tahun 2018 tentang Percepatan Pembangunan Instalasi Pengolah Sampah menjadi Energi Listrik Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan;
- k. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan P.56/MENLHK/SETJEN/KUM.1/4/2015 tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah B3 dari Fasilitas Pelayanan Kesehatan;
- l. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.59/MENLHK/SETJEN/KUM.1/7/2016 tentang Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir Sampah;
- m. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Republik Indonesia. Nomor: P.70/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2016 tentang Baku Mutu Emisi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Sampah secara Termal;
- n. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor P.87/MENLHK/SETJEN/KUM.1/11/2016 tentang Mekanisme Pelaporan Elektronik Perizinan

- Bidang Lingkungan Hidup Bagi Usaha dan/atau Kegiatan;
- o. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.10/MENLHK/SETJEN/PLB.0/4/2018 Tahun 2018 tentang Pedoman Penyusunan Kebijakan dan Strategi Daerah Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga;
 - p. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor P.75/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2019 tentang Peta Jalan Pengurangan Sampah Oleh Produsen;
 - q. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor P.76/MENLHK/SETJEN/KUM.1/10/2019 tentang Adipura;
 - r. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.26/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2020 tentang Penanganan Abu Dasar dan Abu Terbang Hasil Pengolahan Sampah Secara Termal;
 - s. Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional;
 - t. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 1 Tahun 2021 tentang Program

- Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup;
- u. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun;
 - v. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan nomor 14 tahun 2021 tentang Pengelolaan Sampah pada Bank Sampah;
 - w. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 tahun 2021 tentang Tata Cara Pengelolaan Limbah Non Bahan Berbahaya dan Beracun;
 - x. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2022 tentang Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional;
 - y. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 03/PRT/M/2013 Tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Prasarana dan Sarana Persampahan dalam Penanganan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga;
 - z. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik;
 - aa. Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 25 Tahun 2022 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 20 tahun 2021 Kebijakan dan Pengaturan Impor;

1.3 Tujuan dan Sasaran

Tujuan penyusunan Rencana Operasional *Zero Waste Zero Emission* ini adalah:

1. Menyediakan kerangka kerja yang komprehensif untuk mengatasi isu pengurangan emisi gas rumah kaca dengan melakukan praktik pengelolaan limbah strategis;
2. Menguraikan target NDC menjadi rencana aksi penurunan emisi gas rumah kaca sektor limbah melalui *Zero Waste Zero Emission*;
3. Menjelaskan kegiatan yang mendukung pelaksanaan program penurunan emisi gas rumah kaca sektor limbah melalui *Zero Waste Zero Waste*;

Sasaran penyusunan Rencana Operasional *Zero Waste Zero Emission* adalah memfasilitasi penerapan strategi pengelolaan limbah yang berkelanjutan untuk mencapai pengurangan emisi GRK sektor limbah secara signifikan dengan tercapainya tingkat emisi sebesar 7 juta ton CO_{2e} pada tahun 2060.

1.4 Ruang Lingkup

Dokumen *Zero Waste Zero Emission* merupakan dokumen perencanaan pencapaian target penurunan emisi GRK dari sektor limbah dengan mencapai *zero waste* di tahun 2040 untuk mencapai *near zero emission* pada tahun 2050. Dokumen ini memberikan

penjelasan mengenai strategi untuk pencapaian target penurunan emisi GRK dengan aksi mitigasi yang berfokus kepada:

1. Pengelolaan limbah padat domestik;
2. Pengelolaan limbah cair domestik;
3. Pengelolaan limbah padat industri; dan
4. Pengelolaan limbah cair industri.



BAB II

***INDONESIA LTS-LCCR, NDC,
DAN INSTRUMEN LHK***



BAB II

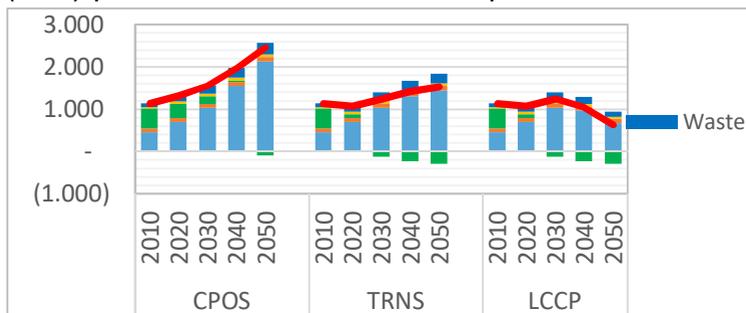
INDONESIA LTS-LCCR, NDC, DAN INSTRUMEN LHK

2.1 Strategi jangka panjang pembangunan rendah emisi karbon dan tangguh iklim 2050 (LTS-LCCR 2050)

Indonesia *Long Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience* (LTS-LCCR) merupakan salah satu bentuk komitmen Indonesia terhadap Persetujuan Paris. LTS-LCCR yang dirancang dengan mempertimbangkan keseimbangan antara pengurangan emisi, pengembangan ekonomi serta menempatkan reduksi emisi, pertumbuhan ekonomi, keadilan dan pembangunan yang berketahanan iklim sebagai bagian dari tujuan LTS-LCCR. LTS-LCCR memiliki peran sentral dalam menyelaraskan tujuan dan target iklim dengan tujuan nasional, sub-nasional dan internasional (termasuk SDG), melibatkan *non-party stakeholders* (NPS), meningkatkan peluang inovasi dan memungkinkan masyarakat untuk memperoleh manfaat dari aksi yang lebih awal. Pemerintah Indonesia telah menetapkan Strategi Jangka Panjang Rendah Emisi yang berketahanan Iklim melalui dokumen LTS-LCCR 2050 yang telah disampaikan kepada *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) pada bulan Juli 2021.

Melalui visi yang disampaikan dalam dokumen LTS-LCCR, dengan skenario yang paling ambisius

(*Low Carbon Scenario Compatible with Paris Agreement target; LCCP*) Indonesia akan meningkatkan ambisi pengurangan emisi GRK dengan puncak emisi bersih GRK nasional (seluruh sektor) tercapai pada tahun 2030 sebesar 1.244 juta ton CO₂ atau setara 4,23 ton CO₂e per kapita. Setelah itu, nilai emisi bersih akan terus mengalami penurunan dan mencapai tingkat emisi bersih sebesar 540 juta ton CO₂e pada tahun 2050 atau setara dengan 1,6 ton CO₂e per kapita, dan terus mengeksplorasi peluang untuk mencapai kemajuan lebih cepat menuju *net zero emission (NZE)* pada tahun 2060 atau lebih cepat.



Gambar 1. Strategi LTS-LCCR Sektor Limbah : a) CPOS (current policy scenario); b) TRNS (transition scenario); dan c) LCCP (low carbon scenario compatible with Paris Agreement target)

Strategi Sektor Limbah

a. Tahun 2050

- *Zero waste* di 2040, tidak ada penambahan landfill baru, namun akan

mengoptimalkan *mining landfill* secara signifikan dimulai pada tahun 2030;

- Peningkatan secara signifikan kegiatan pengurangan sampah di sumber, 3R + pengomposan, TPA+LFG recovery pada landfill yang ada, biodigester sampah, dan peningkatan/percepatan pembangunan PLTSa dan produksi RDF/SRF;
- Peningkatan penggunaan septic tank (100% rumah baru) dilengkapi biogas untuk dimanfaatkan, sistem aerobik, *sludge recovery*;
- Memaksimalkan pemanfaatan limbah cair dan limbah padat industri untuk energi.

b. Tahun 2060

- Peningkatan penggunaan *septic tank* (100% rumah baru) dilengkapi biogas untuk dimanfaatkan, sistem aerobik, *sludge recovery*;
- Memaksimalkan pemanfaatan limbah cair dan limbah padat industri untuk energi.

c. Asumsi dan Konsekuensi

Skenario LTS dan NZE 2060 merupakan peningkatan mitigasi *current policy* (CPOS) dan *transition* (TRNS) melalui:

- Peningkatan secara signifikan kegiatan pengurangan sampah di sumber (e-report), 3R + pengomposan, TPA+LFG recovery pada landfill yang ada, biodigester sampah, dan

peningkatan/percepatan pembangunan PLTSA dan produksi RDF/SRF

- Peningkatan penggunaan septic tank (100% rumah baru) dilengkapi biogas recovery & utilization, sistem aerobik, sludge recovery
- Memaksimalkan pemanfaatan limbah cair dan limbah padat industri untuk energi.

2.2 *Enhanced Nationally Determined Contribution (ENDC)*

Dorongan untuk menekan laju kenaikan suhu agar tidak melebihi 1,5 derajat celsius, berimplikasi pada upaya semaksimal mungkin untuk melanjutkan upaya pemenuhan target penurunan emisi GRK menjadi sebesar 40% sampai dengan 43,2% pada tahun 2030. Memperkuat target penurunan emisi GRK, Indonesia menyampaikan dokumen Enhanced Nationally Determined Contribution of Republic Indonesia tahun 2022, dengan basis data yang digunakan pada proyeksi adalah tahun 2010 sebagai base year dengan tingkat emisi GRK sektor limbah sebesar 88 Mton CO₂e. Diperkirakan tingkat emisi GRK di tahun 2030 jika tidak ada kebijakan atau upaya-upaya mitigasi (BaU) adalah sebesar 296 Mton CO₂e. Skenario kebijakan mitigasi menargetkan tingkat emisi GRK sektor limbah

di tahun 2030 adalah 256 MTON CO₂-eq pada CM1 (unconditional target) dan 253 MTON CO₂-eq pada CM2 (conditional target).



Sumber: Pedoman IPCC 2006

Gambar 2. Diagram Aksi Road Map Mitigasi NDC

Subsektor Limbah Padat Domestik

Melalui aksi mitigasi untuk pencapaian target pengurangan emisi GRK sebesar 40 MTON CO₂-eq di CM1 dan 43,5 MTON CO₂-eq di CM2, sub-sektor limbah padat domestik mencanangkan beberapa penguatan operasional pada kegiatan yang sudah dilakukan berfokus di implementasi penanganan dan pengurangan limbah padat domestik (sampah). Selaras dengan hal tersebut, penerapan Peraturan Presiden Nomor 97 tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional (Jakstranas) tentang pengelolaan sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga yang

ditujukan untuk mendorong pencapaian target pengelolaan sampah sebesar 100% di tahun 2025 melalui 30% pengurangan sampah dan 70% penanganan sampah.

Amanat utama dalam UU No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah adalah adanya perubahan paradigma pengelolaan sampah dari kumpul-angkut-buang menjadi pengurangan di sumber (*reduce at source*) dan daur ulang sumber daya (*resources recycle*). Pendekatan tersebut dapat dilakukan melalui kombinasi kerja secara profesional dengan pendekatan *end of pipe* yang selama ini dijalankan yakni dengan mengimplementasikan pendekatan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*), tanggung jawab produsen yang diperluas (*extended producer responsibility, EPR*), pengolahan dan pemanfaatan sampah menjadi sumber daya, baik sebagai bahan baku maupun sumber energi terbarukan, serta pemrosesan akhir sampah di TPA yang berwawasan lingkungan.

Dengan berbagai kebijakan yang telah diterbitkan oleh pemerintah, aksi mitigasi emisi GRK dari sub-sektor limbah padat domestik dirincikan sebagaimana diuraikan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Target Reduksi Emisi GRK Sektor Limbah Enhanced NDC Subsektor Limbah Padat Domestik

SUB-SEKTOR: LIMBAH PADAT DOMESTIK (Sampah Rumah Tangga)			
Aksi Mitigasi	BAU	CM1	CM2
1. Penangkapan dan Pemanfaatan Landfill Gas (LFG) (waste to energy)	Tidak ada penangkapan dan pemanfaatan gas metan	Target penurunan emisi GRK adalah 1,5 Juta ton CO2 melalui upaya mitigasi dengan merehabilitasi beberapa 'open dumping landfill' menjadi 'sanitary landfill' yang dilengkapi LFG recovery untuk pemanfaatan (penggunaan LFG untuk ± 6000 rumah tangga dan pembangkit listrik berbahan bakar LFG dengan kapasitas ± 45 MW) atau flaring.	Target penurunan emisi GRK adalah 2,0 Mton CO2e melalui upaya mitigasi lebih lanjut dengan merehabilitasi hampir semua 'open dumping' landfill menjadi 'sanitary landfill' yang dilengkapi LFG recovery untuk pemanfaatan atau flaring. Pemanfaatan LFG untuk kebutuhan ± 8.000 rumah tangga dan pembangkit listrik

SUB-SEKTOR: LIMBAH PADAT DOMESTIK (Sampah Rumah Tangga)

Aksi Mitigasi	BAU	CM1	CM2
			berbahan bakar LFG dengan kapasitas ± 60 MW.
<p>2. Pemanfaatan sampah PLTSa (pembangkit listrik tenaga sampah), SRF (<i>solid recovered fuel</i>), RDF (<i>refuse derived fuel</i>)</p>	<p>Tidak ada pemanfaatan sampah untuk energi (PLTSa, RDF, SRF, etc)</p>	<p>Target penurunan emisi GRK 1,8 Mton CO_{2e}. Dicapai melalui pemanfaatan 4,6 Mton MSW untuk PLTSa, SRF, atau RDF.</p>	<p>Target penurunan emisi GRK 2,0 Mton CO_{2e} Dicapai melalui peningkatan pemanfaatan 5,1 Mton MSW untuk PLTSa, SRF, atau RDF.</p>
<p>3. Daur ulang sampah melalui pengomposan dan 3R (kertas, plastik, logam, kaca, kulit, kain). 3R kertas menurunkan</p>	<p>Tidak ada penekanan kegiatan secara khusus</p>	<p>Pengolahan sampah dengan pengomposan 3,7 Mton MSW dan kertas 3R menjadi reuse/recycle kertas hingga 3,7 Mton. Fasilitas perawatannya adalah:</p>	<p>Aksi mitigasi lanjut dengan meningkatkan pengomposan menjadi 4.11 Mton MSW dan 3R kertas (reuse/recycl</p>

SUB-SEKTOR: LIMBAH PADAT DOMESTIK (Sampah Rumah Tangga)

Aksi Mitigasi	BAU	CM1	CM2
<p>emisi GRK landfill, 3R bahan lain mengurangi sampah ke landfill</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Bank Sampah 762 unit - TPST 2.857 unit (1.469 unit terintegrasi dengan pengomposan) - TPS3R 3018 (1.703 unit terintegrasi dengan pengomposan) - Black Soldier Fly (47.3 ton sampah organik yang dijadikan pakan magot. Diperoleh dari 287 komunitas magot di Pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Papua, Nusa Tenggara dan Bali <p>Target penurunan emisi GRK adalah 4,5 Mton CO₂e</p>	<p>e) 4.11 Mton dengan memanfaatkan fasilitas pengolahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bank Sampah 847 unit - TPST 3.194 unit - TPS3R 3.353 unit <p>Target penurunan emisi GRK 5,0 Mton CO₂e</p>

SUB-SEKTOR: LIMBAH PADAT DOMESTIK (Sampah Rumah Tangga)

Aksi Mitigasi	BAU	CM1	CM2
<p>4. Pengurangan dari sumber untuk mengurangi sampah ke landfill (zero waste to landfill in 2050)</p>	<p>Pengurangan sampah melalui pembatasan sampah</p>	<p>Pemilahan sampah pada sumbernya untuk memudahkan pemanfaatan sampah untuk bahan daur ulang atau energi. Pemanfaatannya diperkirakan mencapai 10,2 Mton pada tahun 2030 dan akan menghasilkan penghindaran pembentukan CH₄ sekitar 6,2 Mton CO₂e</p>	<p>Pemilahan sampah pada sumbernya untuk memudahkan pemanfaatan sampah untuk bahan daur ulang atau energi. Pemanfaatannya diharapkan mencapai 10,2 Mton pada tahun 2030 dan akan menghasilkan penghindaran pembentukan gas CH₄ sekitar 6,5 Mton CO₂e</p>
<p>Total Pengurangan Emisi GRK</p>		<p>Target penurunan emisi GRK 14 Mton CO₂e</p>	<p>Target penurunan emisi GRK</p>

SUB-SEKTOR: LIMBAH PADAT DOMESTIK (Sampah Rumah Tangga)			
Aksi Mitigasi	BAU	CM1	CM2
			15.5 Mton CO₂e

Catatan: fasilitas pengelolaan limbah berdasarkan target NDC 2030.

Subsektor limbah cair domestik

Target untuk reduksi emisi dari subsektor limbah cair domestik dihitung berdasarkan implementasi IPAL domestik terpusat/terintegrasi dengan menggunakan teknologi aerobik biodigester untuk pemanfaatan gas yang dihasilkan sebagaimana pada tabel 3.

Tabel 3. Target Reduksi Emisi GRK Sektor Limbah Enhanced NDC Subsektor Limbah Cair Domestik

SUB-SEKTOR: LIMBAH CAIR DOMESTIK			
Aksi Mitigasi	BAU	CM1	CM2
Pengelolaan limbah cair domestik	Tidak ada aksi mitigasi	<p>Mitigasi dilakukan melalui implementasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IPAL domestik terpusat/terintegrasi menggunakan teknologi aerobik • IPLT untuk mengolah buangan lumpur dari septic tank secara aerobik • Biodigester terintegrasi dengan septic tank komunal yang dilengkapi pengambilan dan pemanfaatan atau pembakaran biogas 	<p>Mitigasi lebih lanjut melalui penambahan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • IPAL domestik terpusat/terintegrasi menggunakan teknologi aerobik • IPLT untuk mengolah pembuangan lumpur dari septic tank secara aerobik • Biodigester terintegrasi dengan septic tank komunal yang dilengkapi pengambilan dan pemanfaatan atau pembakaran biogas
Total GHG emissions		N/A	N/A

SUB-SEKTOR: LIMBAH CAIR DOMESTIK			
Aksi Mitigasi	BAU	CM1	CM2
reduction target			

Sub sektor limbah industri

Pada subsektor limbah industri, mitigasi dilakukan melalui pemanfaatan limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan. Namun tidak semua jenis industri dapat dilakukan mitigasi terhadap limbah yang dihasilkannya karena tidak semua limbah menghasilkan emisi gas rumah kaca. Industri yang limbahnya berpotensi menghasilkan emisi GRK antara lain industri kelapa sawit dan agroindustri lainnya, *pulp* & kertas, pengolahan buah/sayuran & jus, industri minyak & gas.

Upaya mitigasi pada subsektor limbah industri dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Target Reduksi Emisi GRK Sektor Limbah Enhanced NDC Subsektor Limbah Cair Domestik

SUB-SEKTOR: LIMBAH INDUSTRI			
Aksi Mitigasi	BAU	CM1	CM2
1. Pengolahan Limbah Cair Organik dari Industri	Tidak ada aksi mitigasi	Mitigasi dilakukan melalui penangkapan & pemanfaatan metana (biogas) dari instalasi pengolahan air limbah industri (IPAL) di kelapa sawit dan agroindustri lainnya, pulp & paper, pengolahan buah/sayuran & jus, industri minyak & gas, dan industri lainnya.	Mitigasi lebih lanjut dilakukan melalui peningkatan penangkapan & pemanfaatan metana (biogas) dari instalasi pengolahan air limbah industri (IPAL) di kelapa sawit dan agroindustri lainnya, pulp & paper, pengolahan buah/sayuran & jus, industri minyak & gas, dan industri lainnya.

SUB-SEKTOR: LIMBAH INDUSTRI			
Aksi Mitigasi	BAU	CM1	CM2
2. Pengolahan Limbah Padat Organik dari Industri	Tidak ada aksi mitigasi	Mitigasi dilakukan melalui pemanfaatan lumpur IPAL dan limbah padat industri untuk kompos, pemanfaatan kembali sebagai bahan baku, pemanfaatan sebagai bahan bakar, dll	Mitigasi lebih lanjut dilakukan melalui peningkatan pemanfaatan lumpur IPAL dan limbah padat industri untuk kompos, pemanfaatan kembali sebagai bahan baku, pemanfaatan sebagai bahan bakar, dll.
Total GHG emissions reduction target		1.2 Mton CH ₄ atau 26 Mton CO ₂ e	1.3 Mton CH ₄ atau 28 Mton CO ₂ e

2.3 Kebijakan dan Instrumen Lingkungan Hidup dan Kehutanan

Pada subsektor limbah padat domestik, mitigasi dilakukan melalui upaya Pengurangan dan

Penanganan Sampah. Mitigasi pengurangan sampah dilakukan dengan memaksimalkan peran dari beberapa fasilitas pengelolaan sampah yang dapat memanfaatkan sampah sebagai kompos atau magot untuk sampah organik, sedangkan sampah anorganik dapat di daur ulang. selain itu juga dapat di daur ulang khususnya pada sampah plastik.

Adapun kebijakan yang mendukung pengelolaan limbah padat domestik dilakukan melalui pendekatan pengurangan di sumbernya, pemanfaatan melalui konsep 3R dan ekonomi sirkular, serta waste to energy (Tabel 5).

Tabel 5. Kebijakan Terkait Limbah Padat Domestik

REGULASI/ PERATURAN	PERIHAL	PENJELASAN/ TARGET
Perpes No. 97/2017	Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga	Sebesar 100% Pengelolaan Sampah melalui 30% pengurangan dan 70% penanganan di tahun 2025.
Perpres No. 35/2018	Percepatan Pembangunan Instalasi Pengolah Sampah menjadi	Percepatan pembangunan PSEL hingga tahun 2025 di 12 kota yaitu:

REGULASI/ PERATURAN	PERIHAL	PENJELASAN/ TARGET
	Energi Listrik Berbasis Teknologi Ramah Lingkungan	Provinsi DKI Jakarta; Kota Tangerang; Kota Tangerang Selatan; Kota Bekasi; Kota Bandung; Kota Semarang; Kota Surakarta; Kota Surabaya; Kota Makassar, Kota Denpasar; Kota Palembang; dan Kota Manado
Peraturan Menteri No P.76/2019	Pelaksanaan Adipura sebagai instrument pengawasan dan pembinaan kabupaten/kota di Indonesia	Pelaksanaan Adipura dilakukan ke 514 kab/kota sesuai dengan klasifikasi yang disusun berdasarkan data Jakstrada yang diinput ke dalam Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN).
Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. P.10/2018	Kebijakan Strategis Daerah Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga	514 kab/kota menyampaikan dokumen Jakstrada

REGULASI/ PERATURAN	PERIHAL	PENJELASAN/ TARGET
Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No.75 Tahun 2019	Peta Jalan Pengurangan Sampah oleh Produsen	Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.75 Tahun 2019 tentang Peta Jalan Pengurangan Sampah oleh Produsen mewajibkan produsen sektor bidang usaha manufaktur pemegang merek, bidang usaha ritel, dan bidang usaha jasa makanan dan minuman untuk mengurangi sampah yang berasal dari produk dan kemasan produk yang mereka hasilkan dan pasarkan serta jasa yang diberikan dengan cara membatasi timbulan sampah, mendaur ulang

REGULASI/ PERATURAN	PERIHAL	PENJELASAN/ TARGET
		<p>sampah melalui penarikan kembali, dan memanfaatkan kembali sampah.</p> <p>Peta Jalan Pengurangan Sampah oleh Produsen ini disusun untuk waktu 10 tahun dimulai sejak 2020 sampai dengan 2029 dengan target pengurangan sampah barang dan kemasan barang serta wadah berbahan plastik, kertas, kaca, dan aluminium sebesar 30% dari jumlah produk dan/atau kemasan produk yang dihasilkan dan dipasarkan di tahun 2029.</p>

REGULASI/ PERATURAN	PERIHAL	PENJELASAN/ TARGET
		<p>Dalam Permen LHK P.75/2019 mengatur juga pelarangan penggunaan secara bertahap (<i>phase out</i>) beberapa jenis plastik sekali pakai sampai 31 Desember 2029.</p> <p>Permen LHK P.75/2019 secara utuh memuat kerangka hukum dan kerangka teknis penerapan <i>circular economy</i> dalam pengelolaan sampah. Secara operasional, Permen LHK P.75/2019 mewajibkan para produsen untuk melaksanakan <i>praktik circular economy</i> dalam bisnisnya dengan menjalankan</p>

REGULASI/ PERATURAN	PERIHAL	PENJELASAN/ TARGET
		<p>prinsip pembatasan timbulan sampah (R1), daur ulang sampah (R2), dan pemanfaatan kembali sampah (R3). Skema eliminasi produk dan kemasan yang tidak dapat masuk sistem <i>economy circular</i> terpenuhi oleh prinsip R1 (<i>design out of waste and pollution</i>), skema <i>close/open loop recycling</i> terpenuhi oleh prinsip R2, dan skema kemasan guna ulang, <i>repair, refurbish</i>, dan <i>remanufacture</i> terpenuhi oleh prinsip R3.</p>
Permen LHK No.14 Tahun 2021	Pengelolaan Sampah	Minimal satu kota/kabupaten memiliki satu

REGULASI/ PERATURAN	PERIHAL	PENJELASAN/ TARGET
	pada Bank Sampah	<p>Bank Sampah Induk yang berbadan usaha berbadan hukum di tahun 2023, sehingga dapat bermitra dengan industri daur ulang secara langsung.</p> <p>Dengan demikian akan tercapai standardisasi Bank Sampah Induk yang mampu juga mengedukasi Bank Sampah Unit, sehingga secara total Bank Sampah akan dapat memenuhi standard (kualitas) dan kuantitas pengumpulan sampah lebih baik/optimal.</p> <p>Saat ini telah berdiri 144 Bank Sampah Induk aktif.</p>

REGULASI/ PERATURAN	PERIHAL	PENJELASAN/ TARGET
Permen PU No.3/2013	Penyelenggaraan Sarana Prasarana Persampahan dalam Penanganan SRT SSSRT	Penyelenggaraan PSP kab/kota memuat unsur- unsur yaitu rencana induk; studi kelayakan; dan perencanaan teknis dan manajemen persampahan. Prasarana dan sarana disediakan secara holistik mulai dari sumber hingga ke TPA. Pada tahun 2025 hanya residu yang dibuang ke TPA.
Permen LHK No. P.70/2016	Baku Mutu Emisi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Sampah Secara Termal	Pengolahan sampah secara termal berpotensi memberikan dampak kepada lingkungan hidup melalui pelepasan emisi. Peraturan Menteri ini bertujuan untuk memberikan batasan Baku Mutu Emisi dan kewajiban

REGULASI/ PERATURAN	PERIHAL	PENJELASAN/ TARGET
		<p>melakukan pemantauan Emisi kepada penanggung jawab usaha dan/atau kegiatan Pengolahan Sampah secara Termal.</p>
Permen LHK No. P.59/2016	Baku Mutu Lindi Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Tempat Pemrosesan Akhir	<p>Peraturan Menteri ini bertujuan untuk memberikan acuan mengenai baku mutu lindi kepada:</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Gubernur dalam menetapkan baku mutu lindi. b. Pejabat pemberi izin lingkungan dalam penerbitan izin lingkungan; dan Penanggung Jawab Usaha dan/atau Kegiatan TPA dalam merencanakan pengolahan lindi dan penyusunan

REGULASI/ PERATURAN	PERIHAL	PENJELASAN/ TARGET
		dokumen lingkungan. Baku mutu lindi yang tertera dalam Lampiran Peraturan Menteri tersebut tidak boleh terlampaui.
Permen LHK No. P.26/2020	Penanganan Abu Dasar dan Abu Terbang Hasil Pengolahan Sampah secara Termal	Pemerintah daerah atau swasta yang melakukan kegiatan pengolahan sampah secara termal, dalam pengelolaan abu dasar dan abu terbangnya harus sesuai dengan ketentuan dalam Permen LHK No. P.26/2020 dan memenuhi baku mutu sebagaimana tertera pada peraturan tersebut.
Permen LHK No. 6 Tahun 2022	Sistem Informasi Pengelolaan	514 kab/kota menginput data pengelolaan

REGULASI/ PERATURAN	PERIHAL	PENJELASAN/ TARGET
	Sampah Nasional (SIPSN).	sampah secara periodik (dua kali dalam setahun) secara kontinuitas.

Limbah Padat Industri

Emisi GRK dari Limbah Padat Industri didominasi oleh limbah organik yang belum terdekomposisi sempurna seperti sludge IPAL, *spent bleaching earth*, dan limbah lainnya dari proses produksi makanan dan minuman. Dalam rangka menurunkan emisi GRK pada sektor Limbah Padat Industri perlu transformasi dan penerapan kebijakan yang tepat untuk mendorong mitigasi melalui upaya pemanfaatan limbah dan pengurangan emisi GRK, antara lain sebagaimana diuraikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Kebijakan Terkait Limbah Padat Industri

Dasar Hukum	Lingkup yang Diatur	Target
Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 2021	Perizinan Berusaha sebagai legalitas bagi Pelaku Usaha untuk	Tersedianya Jasa Pengelola Limbah B3 yang telah

Dasar Hukum	Lingkup yang Diatur	Target
tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko	memulai dan menjalankan usaha dan/ atau kegiatannya, berdasarkan potensi terjadinya cedera atau kerugian dari suatu bahaya atau kombinasi kemungkinan dan akibat bahaya	memiliki Perizinan Berusaha di setiap Provinsi sehingga: <ol style="list-style-type: none"> 1. Mempercepat Pengangkutan Limbah B3 dari Penghasil Limbah B3 ke lokasi Pengelola Akhir 2. Meminimalkan potensi GRK yang ditimbulkan dari Pengangkutan Limbah B3 menuju Pengelola Akhir dikarenakan jarak relatif dekat
Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup	Perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan dan penegakan hukum Lingkungan Hidup, yang sejalan dengan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengelolaan Limbah B3 dan Limbah nonB3 yang meliputi pengelolaan di penghasil Limbah dan jasa

Dasar Hukum	Lingkup yang Diatur	Target
	<p>ruang lingkup Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup</p>	<p>pengelolaan Limbah B3 sesuai yang tercantum di dalam Persetujuan Lingkungan, untuk memastikan keamanan kesehatan manusia dan kelestarian Lingkungan Hidup;</p> <p>2. Meningkatkan Pengelolaan Limbah B3 dengan Kegiatan Pemanfaatan Limbah B3 sehingga mengurangi kegiatan <i>Landfilling</i></p>
<p>Peraturan Menteri LHK Nomor 56 Tahun 2015 tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah B3 dari</p>	<p>Pengelolaan Limbah B3 dari fasilitas Pelayanan Kesehatan, berupa Limbah dengan karakteristik infeksius, benda</p>	<p>Pengelolaan Limbah B3 Medis paling lama 2 (dua) hari sejak Limbah B3 dihasilkan bila Penyimpanan dilakukan di</p>

Dasar Hukum	Lingkup yang Diatur	Target
Fasilitas Pelayanan Kesehatan	tajam, patologis, bahan kimia kadaluarsa, tumpahan, atau sisa kemasan, radioaktif, farmasi, sitotoksik, peralatan medis yang memiliki kandungan logam berat tinggi, dan tabung gas atau kontainer bertekanan.	Temperatur Ruang sehingga mengurangi faktor resiko bahaya dikarenakan Limbah Medis dalam jumlah dan virulensi yang cukup untuk menularkan penyakit pada manusia rentan.
Peraturan Menteri LHK Nomor 87 Tahun 2016 tentang Mekanisme Pelaporan Elektronik Perizinan Bidang Lingkungan Hidup Bagi Usaha dan/atau Kegiatan	Mekanisme pelaporan perizinan bidang lingkungan hidup yang terintegrasi secara elektronik	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pendataan secara menyeluruh mengenai Limbah B3 yang dihasilkan dari semua sektor industri se-Indonesia 2. Pendataan Pengelolaan Limbah B3 secara benar, akurat, terbuka, dan tepat waktu; 3. Perhitungan mitigasi GRK dengan penyediaan data

Dasar Hukum	Lingkup yang Diatur	Target
		<p>EF secara online;</p> <p>4. Meningkatnya efektivitas Pengawasan oleh Pemerintah dan Pemerintah Daerah dalam memantau ketaatan pemegang izin di bidang PLB3</p>
<p>Peraturan Menteri LHK Nomor 1 Tahun 2021 tentang Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan Dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup</p>	<p>Penambahan Nilai dalam perhitungan PROPER untuk ruang lingkup Pengurangan dan Pemanfaatan Limbah B3 dan Limbah NonB3</p>	<p>Mendorong perusahaan agar melakukan <i>beyond compliance</i> berupa:</p> <p>1. Pengelolaan Limbah melalui kegiatan Pengurangan dan Pemanfaatan Limbah B3 dan Limbah Non B3;</p>

Dasar Hukum	Lingkup yang Diatur	Target
		2. inovasi berupa upaya pengurangan GRK, melalui PROPER; 3. penyusunan LCA setiap perusahaan untuk memperhitungkan <i>carbon footprint</i>

Dasar Hukum	Lingkup yang Diatur	Target
<p>Peraturan Menteri LHK Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mekanisme Penetapan status Limbah B3, Penerbitan Persetujuan Teknis dan SLO – PLB3 serta Rekomendasi Pengangkutan Limbah B3, dan Penerbitan Notifikasi Ekspor; 2. Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah B3 untuk memastikan Pengelolaan Limbah B3 dilakukan secara benar dari sektor hulu ke sektor hilir, dalam jumlah dan virulensi yang cukup untuk menularkan penyakit pada manusia rentan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pengelolaan Limbah B3 sesuai yang tercantum di dalam Persetujuan Teknis dan SLO – PLB3, yang terintegrasi di dalam Persetujuan Lingkungan 2. Melakukan Ekspor Limbah B3 yang tidak dapat dikelola di dalam negeri
<p>Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 19 tahun 2021 tentang Tata</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mekanisme Klarifikasi status Limbah 2. Standarisasi Pengelolaan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. LNB3 habis dikelola paling lama 3 (tiga) tahun sejak LNB3 dihasilkan

Dasar Hukum	Lingkup yang Diatur	Target
Cara Pengelolaan Limbah NonBahan Berbahaya dan Beracun	LNB3 Terdaftar dan LNB3 Khusus sehingga menjamin perlindungan lingkungan hidup	2. Pengelolaan LNB3 sesuai yang tercantum di dalam Dokumen Rincian Teknis dan Terintegrasi dengan Persetujuan Lingkungan
Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 25 Tahun 2022 tentang Perubahan atas Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 20 tahun 2021 Kebijakan dan Pengaturan Impor	Mekanisme penerbitan Persetujuan Impor Limbah Non B3 berupa sisa, skrap, atau reja dari kelompok kertas, logam, plastik, tekstil, produk tekstil, dan kaca sebagai bahan baku industri	Limbah Non B3 yang diimpor sebagai bahan baku industri tidak terkontaminasi Limbah B3 dan meningkatkan neraca produksi

Dasar Hukum	Lingkup yang Diatur	Target
N/A	Pengelolaan Limbah Non B3 di luar Lampiran XIV PP 22 / 2021 dan/atau belum dilakukan klarifikasi, seperti Tandan Kosong Kelapa Sawit, sludge dari kotoran ternak, dll	Terkelolanya Limbah Non B3 di luar Lampiran XIV PP 22 / 2021 dan/atau belum dilakukan klarifikasi

Strategi pelaksanaan kebijakan sebagaimana diuraikan dalam Tabel 6, dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Pencegahan masuknya Limbah ke Wilayah Indonesia

Masuknya Limbah B3 dan Limbah NonB3 ke Indonesia dibatasi oleh UUCK dan PP 22 tahun 2021, sehingga emisi GRK yang berasal dari Limbah luar negeri dapat dibatasi. Limbah B3 telah diatur bahwa dilarang untuk masuk ke wilayah Indonesia sedangkan untuk pengeluaran ke negara lain dapat dilakukan dengan notifikasi ekspor sesuai dengan aturan Basel Convention. Untuk Limbah NonB3 dapat masuk ke dalam wilayah Indonesia dengan catatan bahwa Limbah NonB3 tersebut digunakan untuk

proses produksi dan tidak terkontaminasi Limbah B3;

- b. Pengurangan Limbah B3 dan Limbah NonB3
Kegiatan preventif dalam pengurangan GRK yang dapat dilakukan dari awal yaitu mencegah dan mengurangi timbulnya Limbah B3 dan Limbah NonB3 yang dihasilkan dari Industri. Pengurangan Limbah B3 dan Limbah NonB3 dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti pemilihan bahan baku dan/atau bahan penolong yang semula mengandung B3 digantikan dengan bahan baku dan/atau bahan penolong yang tidak mengandung B3, modifikasi proses sehingga limbah B3 yang dihasilkan efisien dan menggunakan teknologi ramah lingkungan. Pengurangan dan penerapan teknologi dapat didorong oleh Kementerian Perindustrian dalam melakukan efisiensi proses yang mengoptimalkan penggunaan energi dan ramah lingkungan;
- c. Pengelolaan lanjutan Limbah B3 dan Limbah NonB3
Limbah B3 dan Limbah nonB3 dapat menghasilkan emisi GRK jika dibiarkan tanpa treatment lanjutan dalam jangka waktu yang lama. Jangka waktu pengelolaan lanjutan Limbah B3 telah diatur dalam PP 22 Tahun 2021 paling lama selama 90, 180 dan 365 hari dari tanggal dihasilkan limbah tersebut. Limbah B3 wajib dilakukan pengelolaan

sendiri atau dapat diserahkan ke pihak yang telah memiliki perizinan berusaha dalam pengelolaan Limbah B3. Pengelolaan Lanjutan dapat berupa, pemanfaatan sebagai material, pemanfaatan sebagai bahan bakar, pengolahan dan penimbunan;

- d. **Akselerasi Pemanfaatan Limbah B3**
Pemanfaatan Limbah B3 merupakan pencegahan timbulnya GRK dari Limbah B3 yang tidak dilakukan perlakuan khusus. Pemanfaatan Limbah B3 juga dapat mengurangi emisi GRK dari sektor lain seperti energi karena dapat menggantikan energi yang dihasilkan dari batu bara. Pemanfaatan Limbah B3 didorong melalui beberapa kebijakan seperti mempermudah pengurusan administrasi pemanfaatan Limbah, membuat nilai tambah dalam penilaian PROPER suatu perusahaan sehingga lebih mendorong industri untuk melakukan pemanfaatan Limbah B3. Dengan tumbuhnya pemanfaatan Limbah B3, Limbah B3 yang tidak dikelola ataupun yang ditimbun akan semakin berkurang. Tata cara dan Persyaratan Pemanfaatan Limbah B3 telah diatur secara lengkap pada PermenLHK 06 Tahun 2021;
- e. **Pemerataan Jasa Pengelolaan Limbah B3**
Tersedianya jasa pengelolaan Limbah B3 membantu dalam melakukan pengelolaan Limbah yang dihasilkan dari Industri.

Penyederhanaan birokrasi dan investasi dalam UUCK dan PP 22 Tahun 2021 diharapkan dapat mendorong investasi dalam jasa pengelolaan Limbah B3 khususnya untuk daerah yang belum memiliki jasa pengelolaan Limbah B3. Pemerataan Jasa Pengelolaan Limbah B3 mengurangi emisi GRK terutama dari transportasi jika jarak yang ditempuh cukup jauh.

Pembangunan Fasilitas Pengelolaan Limbah B3 dibantu oleh program KLHK berupa Pembangunan Fasilitas Insinerator untuk limbah Fasyankes di 33 Lokasi dan Pembangunan Fasilitas Pengelolaan Limbah B3 Terpadu dengan sistem Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha (KPBU);

f. Kegiatan Penilaian Kinerja Lingkungan (PROPER)

Pengelolaan Limbah B3 dari Industri yang memiliki dampak yang signifikan terhadap lingkungan yang salah satunya emisi GRK wajib untuk mengikuti penilaian kinerja yang secara rutin dilakukan tiap tahunnya. Kewajiban penilaian ini merupakan cara preventif agar Industri melakukan Pengelolaan Limbah B3 secara benar dan efektif sekaligus mendorong Industri melakukan tindakan-tindakan mitigasi emisi GRK dari sumbernya. Pengurangan emisi GRK dan *life cycle assessment (LCA)* telah

dimasukkan dalam PermenLHK 01 Tahun 2021;

g. Peningkatan Database Sektor Limbah Industri Padat

Limbah Padat Industri terutama Limbah B3 telah memiliki database yang lengkap sejak tahun 2016 dan dapat digunakan secara cepat dan tepat. Database Sektor Limbah B3 telah diatur dalam PermenLH nomor 87 Tahun 2016. Penguatan dan pengembangan database untuk Limbah NonB3 dapat digunakan sebagai dasar perhitungan lebih lanjut untuk emisi GRK.



BAB III

ANALISIS RENCANA PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA SEKTOR LIMBAH



BAB III

ANALISIS RENCANA PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA SEKTOR LIMBAH

3.1 Kondisi Pengelolaan Limbah di Indonesia

Saat ini, Indonesia tengah mendorong perubahan paradigma dalam pengelolaan limbah dari *'from cradle to grave'* menjadi *'from cradle to cradle'* dengan mengedepankan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*) serta mendorong pertumbuhan ekonomi sirkular dari pengelolaan limbah untuk kesejahteraan masyarakat dan lingkungan. Besarnya timbulan limbah di Indonesia menjadi suatu tantangan bagi dalam pengelolannya. Oleh sebab itu, studi mengenai pengelolaan limbah yang optimal untuk menyelesaikan permasalahan limbah di Indonesia terus dilakukan untuk mencapai pengelolaan yang optimal.

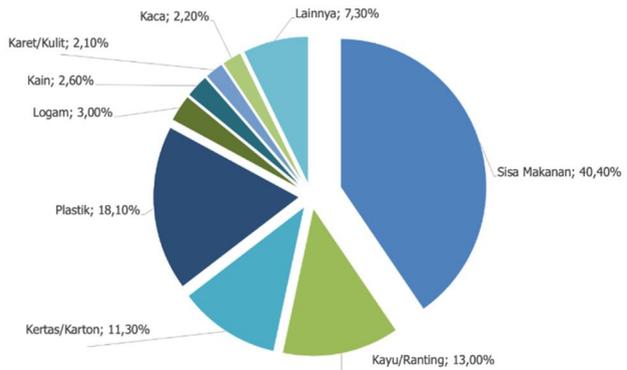
- 3.1.1 Pengelolaan Limbah Padat Domestik
Kurang lebih sudah 6 (lima) tahun sejak diberlakukannya Peraturan Presiden Nomor 97 Tahun 2017 tentang Kebijakan dan Strategi Nasional (Jakstranas) Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, Pemerintah Daerah dimandatkan untuk merumuskan kebijakan, strategi, dan perencanaan pengelolaan sampah yang

mengedepankan 3R pada kegiatan pengurangan sampah di sumber dan mengoptimalkan pengolahan sampah terpadu di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), yang kemudian dituangkan ke dalam dokumen Kebijakan dan Strategi Daerah atau yang lebih dikenal dengan akronim JAKSTRADA.

Dokumen JAKSTRADA sebagai bentuk komitmen pemerintah daerah untuk melaksanakan pengelolaan sampah yang eksploratif dan berkelanjutan secara terstruktur dan profesional untuk mencapai target yaitu 100% sampah terkelola sebesar melalui pengurangan sampah 30% dan penanganan sampah 70% pada tahun 2025. Untuk mendorong upaya-upaya dari berbagai pihak, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Direktorat Jenderal PSLB3, menyiapkan berbagai instrumen pendukung mulai dari kebijakan hingga perangkat yang memadai termasuk pengelolaan data yang terpercaya dan andal melalui Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN).

Berdasarkan data SIPSN, per Oktober 2023, sebanyak 36 Provinsi dan 480 kabupaten/kota di Indonesia yang telah menyusun dokumen JAKSTRADA. Dari

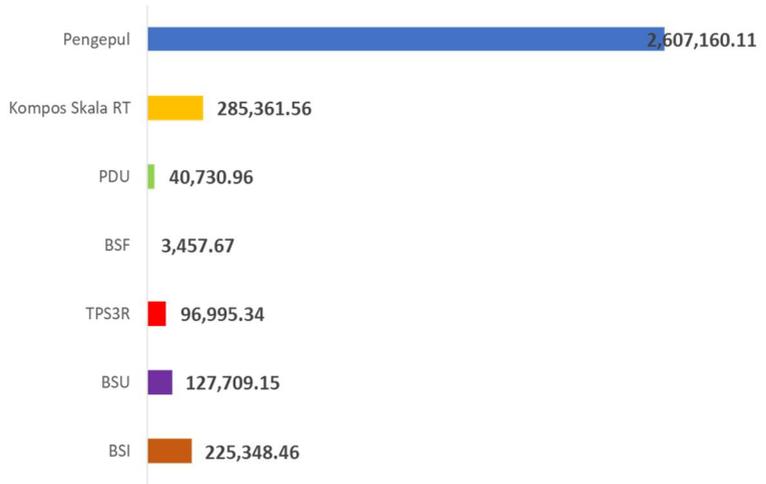
proyeksi timbulan sampah di tahun 2022 berdasarkan JAKSTRANAS sebesar 68,5 juta ton, komposisi sampah dapat terlihat sebagai berikut :



Gambar 3. Komposisi Sampah Di Tahun 2022 (sumber sipsn.menlhk.go.id)

Dengan jenis sampah berupa organik yang mendominasi komposisi sampah di Indonesia, diperlukan adanya pengolahan sampah organik yang masif di hulu untuk mengurangi sampah tersebut dibawa ke landfill. Kegiatan pemilahan oleh *emitter*, dalam hal ini adalah individu manusia yang menghasilkan emisi dari aktivitas-aktivitas yang dilakukan, memegang peranan penting dalam upaya optimal dalam pengolahan sampah organik di sumber.

Upaya pengelolaan limbah padat domestik dilakukan dengan berbagai cara baik dilakukan secara skala rumah tangga maupun secara komunal. Di tingkat sumber, dapat dilakukan dengan kompos skala rumah tangga atau melalui bank sampah unit. Pengelolaan lanjutan dapat dilakukan melalui beberapa fasilitas pengelolaan sampah/ limbah padat domestik seperti Pusat Daur Ulang (PDU), Black Soldier Fly (BSF), TPS3R, Bank Sampah Induk (BSI) atau pengepul. Berdasarkan data SIPSN menunjukkan bahwa pengelolaan limbah padat domestik mayoritas masih banyak dilakukan oleh pengepul, disusul oleh kompos skala RT, BSI, BSU, TPS3R, PDU dan BSF seperti pada diagram di bawah ini:



Gambar 4. Total Sampah Terkelola dari Jenis Fasilitas Pengelolaan Sampah 2022

3.1.1.1 Proses bisnis pengelolaan limbah padat domestik

Untuk mengurangi beban kerja dari fasilitas pengolahan sampah, maka proses pemilahan sampah dari sumber menjadi kunci dalam efisiensi pengelolaan sampah. Proses pengelolaan sampah yang dilakukan secara profesional dan terintegrasi dari hulu ke hilir dengan menerapkan konsep 3R

dan mengadopsi prinsip ekonomi sirkular menjadi pondasi dalam aksi mitigasi subsektor limbah padat domestik.

Pengelolaan sampah terbagi dalam upaya pengurangan dan penanganan sampah. Perbedaan mendasar terhadap dua strategi pengelolaan sampah tersebut adalah skala dan metode pengelolaannya. Kegiatan yang termasuk dalam upaya pengurangan sampah adalah pengelolaan sampah berasal dari sumber rumah tangga, masyarakat maupun dunia usaha. Pada penanganan sampah, fasilitas pengelolaan sampah memiliki kapasitas pengelolaan yang lebih masif serta tidak semua sampah dapat terkelola habis mengingat adanya residu yang dihasilkan dari beberapa jenis kegiatan pengelolaan. Oleh sebab itu, keberadaan tempat pembuangan akhir (TPA) masih diperlukan tanpa harus membangun TPA yang baru

dengan merevitalisasi TPA yang sudah ada. TPA tersebut hanya diperuntukan bagi residu yang sudah tidak dapat dikelola.

Aksi pengurangan sampah dibedakan berdasarkan jenis sampah yang akan dikelola. Untuk sampah berupa plastik, kertas, kaca, karet, dan logam akan dikumpulkan oleh sektor informal maupun *mass recovery facility* (MRF) untuk dimanfaatkan kembali sebagai alternatif bahan baku. Sektor informal memainkan peran penting dalam mengumpulkan dan memilah bahan yang dapat didaur ulang. Hasil dari pemilahan ini kemudian akan dikirim ke pengepul/pelapak untuk selanjutnya diproses lebih lanjut di industri daur ulang sebagai bahan baku. Penggunaan sampah yang telah didaur ulang sebagai bahan baku akan mengurangi kebutuhan terhadap sumber daya baru dalam proses produksi sehingga dapat mengurangi jejak karbon.

Pada fasilitas MRF yang mencakup bank sampah induk dan bank sampah unit, sampah yang diterima akan dikelola dengan prinsip 3R (*reuse, reduce, recycle*). Dengan manfaat ekonomi yang diterima langsung oleh masyarakat ketika menyerahkan sampah ke bank sampah untuk dikelola lebih lanjut, masyarakat didorong untuk berpartisipasi secara aktif dalam memilah dan mengolah sampah dari sumbernya. Sampah yang telah dikumpulkan di fasilitas MRF akan diteruskan kepada pengepul/pelapak atau industri daur ulang untuk dikelola lebih lanjut.

Untuk jenis sampah organik, pada kegiatan pengurangan sampah akan dilakukan pengelolaan melalui rumah kompos skala rumah tangga dan biokonversi maggot *black soldier fly* (BSF). Kompos yang dihasilkan dari rumah kompos tersebut akan dipasarkan pada industri kecil, sedangkan BSF

akan dipasarkan pada industri kecil sebagai pakan ternak.

Sama seperti pada aksi pengurangan sampah, aksi penanganan sampah dibedakan berdasarkan jenis sampah yang akan ditangani. Untuk jenis plastik, kertas, kaca, karet dan logam, sampah dapat dikelola pada fasilitas MRF maupun *intermediate treatment facility* (ITF). Pada fasilitas MRF, yaitu TPS3R dan pusat daur ulang (PDU), sampah yang sudah terpilah dari sumber akan dikelola.

Fasilitas ITF atau tempat pembuangan sampah terpadu (TPST) merupakan fasilitas yang melakukan kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, pendauran ulang, pengolahan dan pemrosesan akhir sampah. Sampah yang telah dikelola di fasilitas TSPT/ITF yang mengandung nilai kalori tinggi akan dimanfaatkan lebih lanjut menjadi bahan bakar alternatif

berupa *refuse-derived fuel* (RDF) dan *solid recovered fuel* (SRF). RDF dan SRF dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif untuk *co-firing* pada kiln semen, boiler industri, dan PLTU.

Residu dari industri daur ulang, yaitu sampah yang sudah tidak bisa dikelola lebih lanjut akan dikelola secara termal melalui insinerasi, pirolisis dan gasifikasi. Hasil pembakaran menghasilkan produk seperti batako ringan ataupun bahan bakar alternatif yang dapat dipasarkan kepada industri. Namun residu dari pembakaran akan dibawa ke TPA. Untuk sampah organik akan dilakukan pengelolaan melalui rumah kompos dan biodigester. Kompos dan biogas yang dihasilkan dari fasilitas ini akan dimanfaatkan lebih lanjut oleh market/industri.

Kegiatan pengurangan dan penanganan limbah padat

3.1.2 Pengelolaan Limbah Cair Domestik

3.1.2.1 Proses bisnis Limbah Cair

Domestik

Peningkatan pertumbuhan penduduk berdampak pada peningkatan kebutuhan air bersih yang sejalan dengan peningkatan jumlah air limbah domestik. Pembuangan air limbah domestik yang tidak dikelola dengan baik hingga praktik buang air besar sembarangan (BABS) dapat menyebabkan pencemaran serius, salah satunya emisi GRK (utamanya metana) yang lepas ke lingkungan. Pengelolaan air limbah domestik berupa air limbah kakus (*black water*) dan air limbah non kakus (*grey water*) telah diatur dalam Peraturan Menteri PUPR Nomor 4 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik (SPALD).

Secara teknis, pengelolaan air limbah domestik dapat dilakukan di lokasi sumber yang umumnya disebut SPALD-Setempat (SPALD-S) maupun dilakukan

secara terpusat untuk skala yang lebih besar atau SPALD-Terpusat (SPALD-T). SPALD-S dilakukan untuk mengolah air limbah pada skala rumah tangga individual (1 rumah) dan skala komunal/mandi cuci kakus (MCK). Air limbah yang dihasilkan akan dikumpulkan dan diolah pada sub-sistem pengolahan setempat secara biologis. Kemudian dilakukan pengangkutan lumpur tinja dari Sub-sistem Pengolahan Setempat ke Sub-sistem Pengolahan Lumpur Tinja secara berkala. Lumpur tinja selanjutnya akan diolah pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT), yang merupakan sarana khusus untuk mengolah tinja dari sumber setempat.



Gambar 6. Proses Bisnis Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik/SPALD
(Sumber: Kementerian PPN/Bappenas)

Sementara SPALD-T merupakan sistem pengolahan yang diperuntukkan dengan cakupan/skala pelayanan yang lebih besar, yaitu skala perkotaan, skala permukiman, maupun skala kawasan tertentu (rumah susun dan komersial). Air limbah yang dihasilkan pada kawasan dimaksud akan disalurkan melalui perpipaan pada sub-sistem Pelayanan menuju sub-sistem pengumpulan. Sub-sistem pengumpulan akan

menghubungkan air limbah dari berbagai sumber pada sub-sistem sebelumnya yang selanjutnya akan menyalurkan air limbahnya ke sub-sistem pengolahan terpusat. Air limbah domestik kemudian akan diolah lebih lanjut pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik (IPALD) akan dilakukan secara fisik, biologis, dan/atau kimiawi.

Air limbah yang telah dikelola (baik melalui SPALD-S maupun SPALD-T) dan memenuhi baku mutu lingkungan dapat selanjutnya dibuang ke badan air atau dimanfaatkan sebagai sumber air bersih, sedangkan residu pengolahan dapat dimanfaatkan atau ditempatkan pada pembuangan akhir.

3.1.3 Pengelolaan Limbah Industri

3.1.3.1 Proses bisnis pengelolaan limbah industri (padat dan cair)

Berkembangnya industrialisasi di wilayah Indonesia tidak terlepas dari meningkatnya sisa hasil produksi (limbah) baik dalam wujud padat maupun cair. Indonesia telah memiliki kebijakan terkait pengelolaan limbah padat dan cair industri dalam PP Nomor 22 Tahun 2021

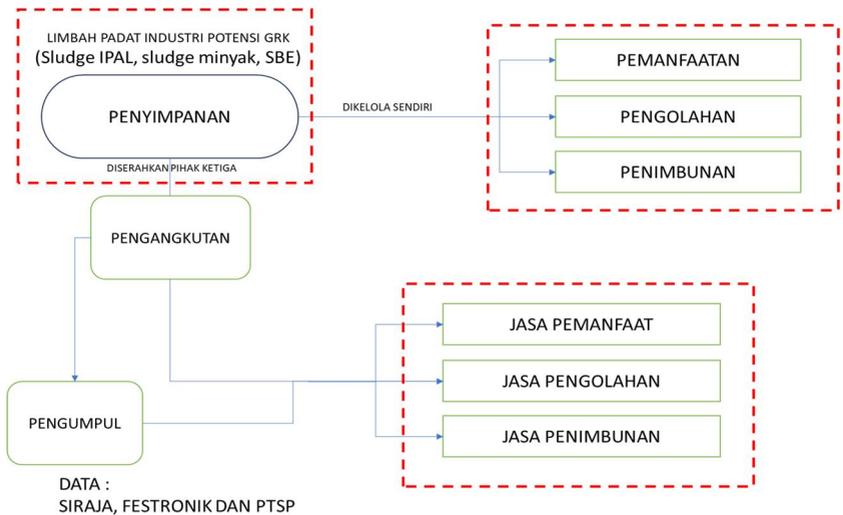
dan peraturan turunannya yang mengatur kewajiban pengelolaan terhadap limbah bagi Setiap Orang yang menghasilkan limbah padat dan cair. Sejumlah limbah padat dan cair tersebut memiliki kandungan organik yang berpotensi menghasilkan emisi GRK baik secara aerobik maupun anaerobik, diantaranya sludge IPAL kertas (B411), sludge kertas *de-inking* (B351-4), residu minyak petrokimia (A306-1), sludge minyak petrokimia (B306-4), sludge IPAL tekstil (B322-2), sludge minyak residu (A307-1), dan air limbah dari industri kelapa sawit.

Pada prinsipnya pengelolaan limbah padat dan cair industri dapat dilakukan oleh penghasil limbah tersebut (internal) maupun melalui kerja sama dengan pihak jasa pengelola lanjut limbah industri yang berizin. Alur proses pengelolaan limbah padat industri diilustrasikan pada Gambar 3. Kegiatan pengolahan, pemanfaatan dan penimbunan dalam pengelolaan limbah padat

industri memegang andil untuk optimalisasi upaya mitigasi emisi GRK dari kegiatan pengelolaan limbah padat serta sejalan dengan adopsi perubahan paradigma limbah memiliki manfaat dan aktivasi ekonomi sirkular pada sub-sektor limbah industri. Mengacu pada dokumen Indonesia LTS LCCR 2050, upaya mitigasi emisi GRK pada sub-sektor limbah industri akan difokuskan pada industri dengan potensi emisi yang signifikan dari limbah/sisa proses produksinya, antara lain industri minyak sawit, kertas dan pulp, jus buah dan sayur, kimia organik, dan industri minyak sayur.

Sama halnya dengan limbah padat, pengelolaan terhadap air limbah industri telah dimandatkan dalam peraturan perundang-undangan Indonesia. Secara praktik, air limbah industri wajib dilakukan pengelolaan guna menurunkan kadar pencemar organik dan anorganik melalui fasilitas Instalasi Pengelola Air Limbah (IPAL) sebelum dibuang

ke lingkungan maupun dimanfaatkan lebih lanjut hingga tercapai batas baku mutu yang diperbolehkan. Air limbah industri merupakan sumber utama emisi GRK sektor limbah dalam bentuk total senyawa organik yang mudah terdekomposisi.



Gambar 7. Proses Bisnis Pengelolaan Limbah Padat Industri

3.1.3.2 Kondisi fasilitas pengelolaan limbah industri

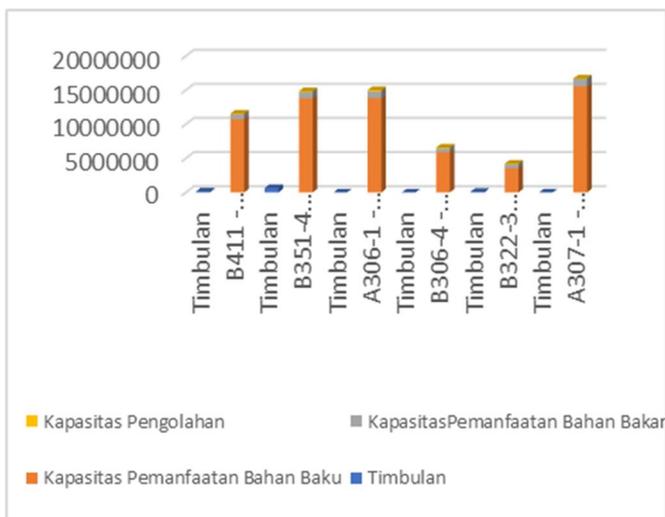
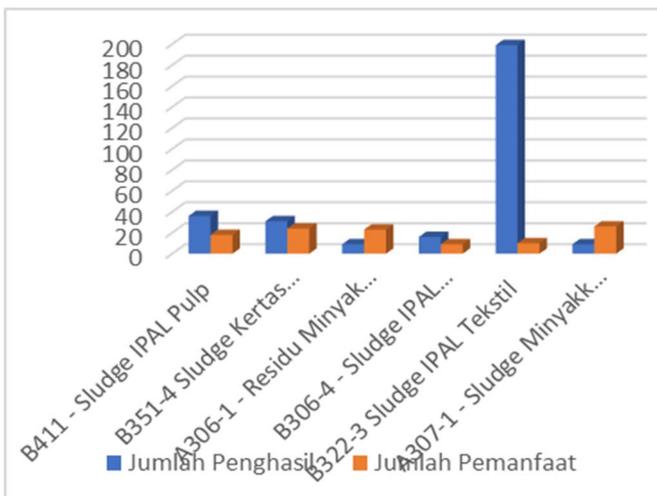
Di Indonesia, persebaran jenis Industri terjadi pemusatan di daerah tertentu. Hal ini berdampak kepada jumlah timbulan limbah B3 yang berpotensi menghasilkan gas rumah kaca (GRK) di setiap provinsi di Indonesia. Dari Limbah B3 yang berpotensi menghasilkan gas GRK didominasi oleh limbah yang dihasilkan dari Industri pulp and paper dengan limbah Sludge IPAL Pulp dan Sludge Kertas De-inking.



Gambar 8. Total Limbah yang Dihilangkan (dalam Ton)

Sebagian provinsi seperti Provinsi Sumatera Selatan (SUMSEL) dan Provinsi Riau menunjukkan adanya jumlah limbah B3 yang cukup banyak karena terdapat industry Pulp, yang dapat mengindikasikan adanya potensi besar dalam menghasilkan GRK. Provinsi Riau bahkan mencatat lebih dari 140 ribu ton Limbah yang dihasilkan. Sementara itu, beberapa provinsi lain seperti Provinsi Jawa Barat (JABAR) dan Provinsi Jawa Timur (JATIM) juga mencatat jumlah yang tinggi, yang menunjukkan adanya tantangan dalam pengelolaan limbah yang berpotensi berdampak pada lingkungan dan menghasilkan GRK.

Di samping limbah limbah tersebut, masih terdapat limbah nonB3 yang berpotensi menghasilkan emisi gas rumah kaca seperti Tandan Kosong Sawit yang belum diatur dalam peraturan sehingga jumlah dan persebarannya belum dapat dicatat dan dipastikan potensinya dalam menghasilkan GRK.



Gambar 9. a) Perbandingan Jumlah Penghasil Limbah dengan Jumlah Jasa Pengelola Limbah; b)

Perbandingan Kapasitas Pengolahan Limbah dengan Timbulan Limbah

Pada Gambar 9(a) di atas dapat dilihat bahwa sebagian besar jenis limbah yang berpotensi menghasilkan GRK memiliki lebih banyak penghasil dibandingkan dengan jumlah jasa pengelolaan yang tersedia. Hal ini jika dilihat secara sekilas maka terdapat tantangan dalam mengelola limbah B3 dengan baik, dan mungkin diperlukan upaya untuk meningkatkan kapasitas pengelolaan. Namun jika kita melihat dari Gambar 9(b) kapasitas pemanfaatan dan pengolahan dari Jasa Pengelolaan Limbah B3 memiliki kapasitas yang cukup dan cenderung masih sangat memungkinkan jika terdapat timbulan yang lebih banyak.

Dengan demikian, kesimpulan utama adalah bahwa perluasan dalam ketersediaan jasa pengelolaan limbah B3 tidak signifikan diperlukan untuk mengatasi tantangan dalam mengelola limbah yang berpotensi menghasilkan GRK. Namun, ada potensi untuk melakukan pembukaan jasa pengelolaan limbah B3 lebih dekat dari sumber potensi timbulnya limbah dan pelaksanaan pengelolaan sendiri oleh penghasil limbah

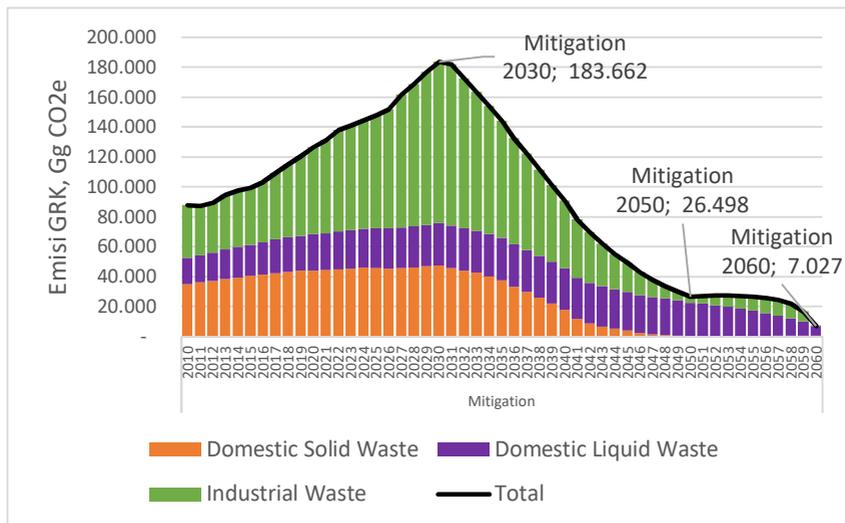
untuk mengurangi emisi GRK dari transportasi Limbah B3.

3.2 Target Nasional Penurunan emisi GRK Sektor Limbah

Indonesia *Zero Waste and Zero Emission* merupakan langkah Indonesia untuk menurunkan tingkat emisi GRK dari sektor limbah. Strategi ini ditempuh untuk mencapai *zero waste* di tahun 2040 sehingga pada tahun 2050, *zero emission* dari sektor limbah dapat dicapai. Indonesia *Zero Waste and Zero Emission* menetapkan target yang lebih ambisius dibandingkan dengan ENDC 2030, di mana pada ENDC ditargetkan penurunan emisi sebesar 40-43.5 Mton CO₂eq, sedangkan pada Indonesia *Zero Waste and Zero Emission* ditargetkan penurunan emisi GRK sebesar 112.68 Mton CO₂eq. Untuk mencapai target tersebut, berbagai aksi intervensi telah dipersiapkan oleh Indonesia pada subsektor limbah padat domestik, limbah cair domestik dan limbah industri. Tabel 7 di bawah ini merupakan tingkat emisi di awal pendataan tingkat emisi GRK sektor limbah, ENDC 2030 dan NZE 2060.

Tabel 7. Tingkat Emisi GRK Sektor Limbah Setelah Pelaksanaan Mitigasi

No.	Aksi Mitigasi	Tingkat Emisi GRK, juta ton CO ₂ e			
		2019	2030	2050	2060
1	Pengelolaan Limbah Padat Domestik	44	47	0,014	0,2
2	Pengelolaan Limbah Cair Domestik	23	28	24	6,7
3	Pengelolaan Limbah Padat Industri	53	108	0,1	0,1
4	Pengelolaan Limbah Cair Industri				
	TOTAL	120	184	24	7



Gambar 10. Target Pencapaian Zero Waste Zero Emission

Zero Waste ditargetkan akan dicapai di tahun 2040 dan *near zero emission* akan dicapai di tahun 2050, yaitu sebesar 24 Juta Ton CO₂e hingga akhirnya mencapai 7 juta ton CO₂e di tahun 2060. Hal ini dikarenakan masih adanya emisi yang dihasilkan dari limbah yang dihasilkan hingga 2060. Grafik pada Gambar 10 menjelaskan bahwa puncak emisi dari sektor limbah dihasilkan pada tahun 2030 sebesar 183,662 juta ton Co₂e dimana setelah 2030 tingkat emisi akan turun dengan berbagai intervensi baik dari kebijakan, metodologi, teknologi dan pelibatan semua *stakeholder*, di

antaranya pemerintah daerah, dunia usaha, asosiasi, sektor informal, tokoh masyarakat, dan masyarakat selaku pelaku utama untuk mencapai *near zero emission di 2050*.

Dalam menyiapkan rencana aksi untuk mencapai target tersebut, maka diperlukan informasi sebagai berikut:

1. Data jumlah limbah padat domestik (sampah) yang dihasilkan dan pengelolaannya per wilayah;
2. Data inventaris fasilitas pengelolaan sampah per wilayah dan kinerja pengelolaan sampah per fasilitas tersebut;
3. Data inventaris fasilitas pengelolaan limbah cair domestik per wilayah;
4. Pemetaan sebaran lokasi industri;
5. Data jumlah limbah yang dihasilkan oleh industri dan pengelolaannya per wilayah.



BAB IV

RENCANA OPERASIONAL PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA SEKTOR LIMBAH



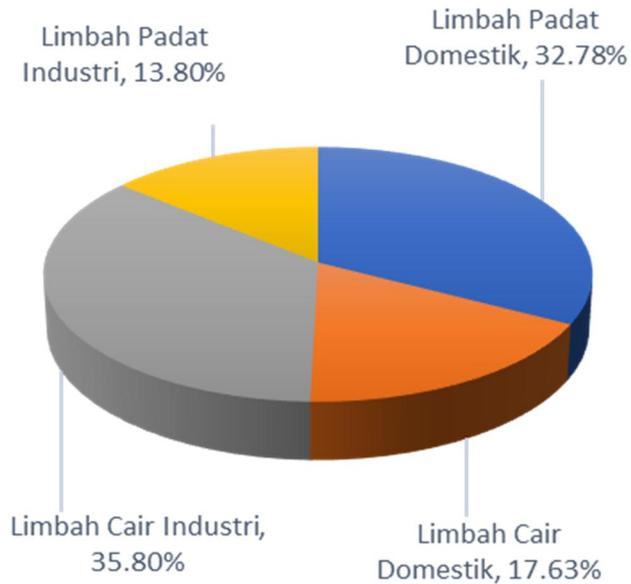
BAB IV

RENCANA OPERASIONAL PENURUNAN EMISI GAS RUMAH KACA SEKTOR LIMBAH

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya dengan mempertimbangkan kondisi pengelolaan limbah saat ini dan fasilitas pengelolaan yang tersedia, maka diperlukan penetapan pelaksanaan aksi mitigasi untuk mencapai target *Zero Waste Zero Emission 2050*. Penetapan pelaksanaan aksi akan didasarkan kepada pengelolaan limbah yang dihasilkan, yaitu limbah padat domestik, limbah cair domestik, dan limbah industri yang terdiri dari limbah padat industri dan limbah cair industri.

4.1 Penetapan Arahana Pelaksanaan Aksi Mitigasi

Penetapan arahan pelaksanaan aksi mitigasi ditetapkan dengan melihat potensi emisi GRK yang dapat terlepas ke lingkungan. Berdasarkan komposisi emisi yang dihasilkan dari limbah, sebesar 35,80% emisi dihasilkan dari limbah cair industri, diikuti oleh limbah padat domestik (32,78%), limbah cair domestik (17,63%) dan limbah padat industri (13,80%).



Gambar 11. Komposisi emisi GRK dari sektor Limbah

Kegiatan penghindaran/mitigasi/adaptasi di setiap sub sektor akan dilaksanakan berlandaskan prinsip 3R dengan mendorong pelaksanaan ekonomi sirkular.

4.2 Penetapan lokasi target pelaksanaan rencana operasi

Berdasarkan target penurunan tingkat emisi GRK yang akan dicapai dalam rencana aksi *Zero Waste*

Zero Emission 2050, maka pelaksanaan aksi mitigasi akan dilakukan berdasarkan dengan wilayahnya. Seperti halnya pengelolaan limbah padat domestik yang menjadi kewenangan pemerintah daerah, maka setiap daerah akan memiliki target capaian reduksi emisi GRK. Target tersebut kemudian akan diterjemahkan menjadi jumlah dan jenis fasilitas yang diperlukan oleh masing-masing wilayah sehingga dapat mencapai pengurangan emisi sesuai dengan targetnya. Pemerintah pusat, dalam hal ini Kementerian/Lembaga terkait akan berperan dalam penyediaan fasilitas, sarana dan prasarana di daerah untuk mengoptimalkan kinerja pengelolaan limbahnya.

Untuk limbah industri, pemerintah akan mendorong industri untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah padatnya yang memiliki potensi mengemisikan GRK sehingga dapat menekan lepasan emisi dari limbah industri. Selain itu, untuk pengelolaan limbah cair industri akan dilakukan penangkapan gas methane yang dapat dimanfaatkan kembali sebagai alternatif bahan bakar.

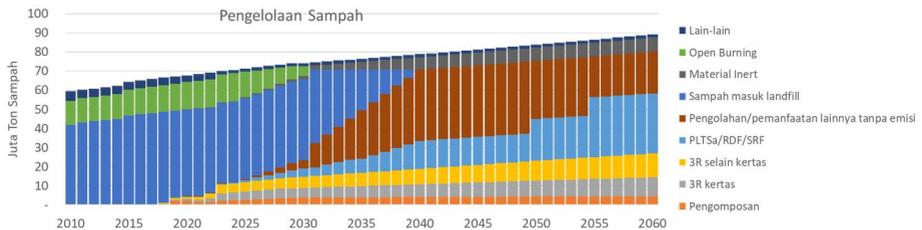
4.3 Aksi mitigasi menuju *Zero Waste Zero Emission*

4.3.1 Subsektor Limbah Padat Domestik Target Penurunan Emisi GRK Pada Subsektor Limbah Padat Domestik

Untuk mencapai target penurunan emisi GRK dari subsektor limbah padat domestik, maka telah disusun strategi sebagai berikut.

- 1) Di 2025 pengelolaan TPA dengan metode controlled dan sanitary landfill akan diambil gas metannya
- 2) Zero landfill di 2050 dan tidak ada landfill baru sejak 2030:
 - a) Sampah yang di-landfill-kan akan berkurang sejak 2030 menuju 'zero' di 2050 (tidak ada sampah yang dibawa ke landfill);
 - b) Mayoritas dari 53 industri daur ulang kertas menggunakan kertas daur ulang (tahun 2030 ditargetkan 50% industri menggunakan kertas daur ulang dalam negeri dan tahun 2040 semua/100% industri menggunakan kertas daur ulang dari dalam negeri);
 - c) Peningkatan pengolahan sampah yang tidak lagi masuk landfill di luar pengomposan/3R, yaitu PLTSa/RDF/SRF dan lainnya (bahan baku pupuk organik, biodigester sampah, dan magot untuk sampah biomass serta landfill untuk material inert dalam sampah).

- 3) Zero open-burning di 2030 (efektif di 2031);
- 4) 3R selain kertas terdiri dari kayu, karet, kulit, tekstil, plastik dan kaca;
- 5) Landfill Mining yang di mulai tahun 2025 (tahun 2022 sudah mulai dilakukan di Bantar Gebang).



Gambar 12. Pengelolaan Limbah Padat Domestik

Pada tahun 2021, timbulan sampah nasional telah mencapai 68,5 juta ton. Sampah tersebut berupa sisa makanan (41,03%), plastik (18,19%), kayu/ranting (13,41%), kertas/karton (11,79%) dan sisanya terdiri dari logam, kain, karet/kulit, kaca dan sampah lainnya. Untuk mencapai penurunan emisi GRK pada subsektor limbah padat domestik dilakukan dengan mengimplementasikan pendekatan prinsip 3R. Berdasarkan data pada SIPSN, ada 16.362 fasilitas pengelolaan sampah yang dimiliki Indonesia per tahun 2022 dengan rincian sebagai berikut (Tabel 8).

Tabel 8. Kapasitas Nasional Pengelolaan Limbah Padat Domestik yang Dimiliki per tahun 2022

Fasilitas	Jumlah Unit (berdasarkan SIPSN)
Bank Sampah Unit	12547
Bank Sampah Induk	246
TPS 3R / UPS	1747
PDU	70
ITF (non incinerator)	5
TPST (diluar TPA)	219
Daur Ulang Produk Kreatif	241
Komposting Skala Kecil atau RT/RW	2683
Biodigester	124
POO (Pusat Olah Organik)	544
Rumah Kompos	600
Pengepul	438
Lapak	11
Gasifikasi	11
Insinerator	7
Pirolisis	5
RDF	2
PSEL	2
TPA Controlled Landfill	118

Berdasarkan kapasitas fasilitas nasional yang ada tersebut, saat ini masih diperlukan optimasi dan penambahan fasilitas untuk meningkatkan jumlah sampah yang terkelola. Untuk itu diperlukan kajian lebih lanjut mengenai jumlah fasilitas pengelolaan limbah padat domestik yang dibutuhkan untuk mencapai target *zero waste and zero emission*.

Skenario pelaksanaan mitigasi pada pengelolaan limbah padat domestik dapat dilihat pada Tabel 9 di bawah ini.

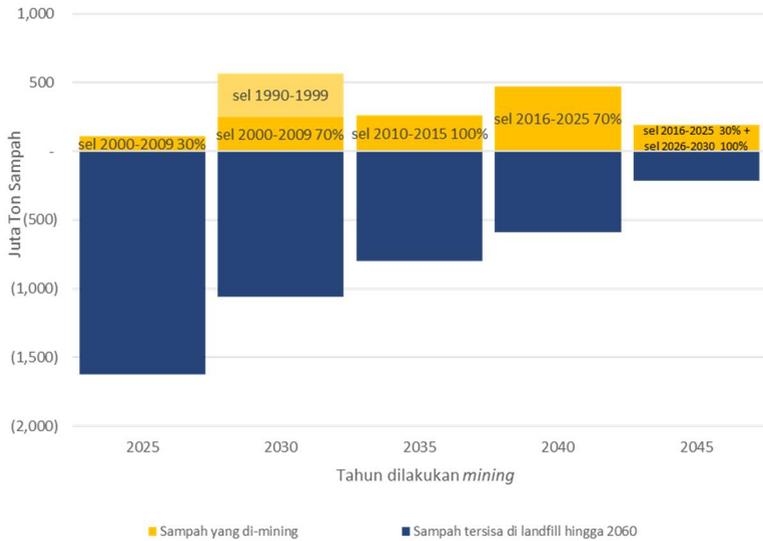
Tabel 9. Aksi Mitigasi Pengelolaan Limbah Padat Domestik (Sampah)

No.	Aksi Mitigasi	BAU (Kumpul-Angkut-Buang)	Skenario Zero Waste Zero Emission
1	Penangkapan dan Pemanfaatan <i>Landfill Gas</i> (LFG)	Tidak ada penangkapan dan pemanfaatan gas metan	<p>Dicapai melalui rehabilitasi 'open dumping landfill' menjadi 'sanitary landfill yang dilengkapi LFG recovery untuk pemanfaatan atau flaring'</p> <p>Puncak recovery metana diperkirakan dicapai pada 2045-2050 sebesar 456 ribu ton CH₄. Setelahnya LFG recovery akan berkurang seiring dengan <i>zero landfill</i> di 2050</p>

No.	Aksi Mitigasi	BAU (Kumpul-Angkut-Buang)	Skenario Zero Waste Zero Emission
2	Pemanfaatan sampah PLTSa (pembangkit listrik tenaga sampah), SRF (<i>solid recovered fuel</i>), RDF (<i>refuse derived fuel</i>)	Tidak ada pemanfaatan sampah untuk energi (PLTSa, RDF, SRF, etc)	Dicapai melalui pemanfaatan 32 juta ton MSW untuk PLTSa, SRF, atau RDF.
3	Daur ulang sampah melalui pengomposan dan 3R (kertas, plastik, logam, kaca, kulit, kain). 3R kertas menurunkan emisi GRK landfill, 3R bahan lain mengurangi sampah ke landfill	Tidak ada penekanan kegiatan mitigasi secara khusus	Pengomposan 4,4 juta ton MSW dan 3R kertas (reuse/recycle) 6,3 juta ton kertas dengan memanfaatkan fasilitas pengolahan: <ul style="list-style-type: none"> - Bank Sampah - TPST - TPS3R - PDU, Rumah Kompos - pemanfaatan Black Soldier Fly untuk pengomposan - Biogas
4	Pengurangan sampah di sumbernya untuk mengurangi jumlah sampah ke landfill (<i>zero waste to landfill in 2050</i>)	Tidak ada penekanan kegiatan mitigasi secara khusus	Pemilahan sampah di sumbernya untuk memudahkan pemanfaatan sampah untuk bahan daur ulang atau energi. Pemanfaatannya diperkirakan mencapai 45 juta ton pada tahun 2060

Target Pelaksanaan Landfill Mining 2025-2045

Landfill mining merupakan kegiatan untuk mengambil kembali sampah lama yang sudah terdekomposisi. *Landfill mining* dilakukan untuk mengurangi beban TPA/*landfill* dengan material hasil penambangan yang dapat dimanfaatkan sebagai produk kompos, bahan bakar RDF (*refuse derived fuel*), dan sampah anorganik yang dapat dimanfaatkan kembali/didaur ulang. Pelaksanaan *landfill mining* akan mulai dilaksanakan di tahun 2025. Pada tahun 2022, Bantar Gebang telah mulai melakukan *landfill mining*.



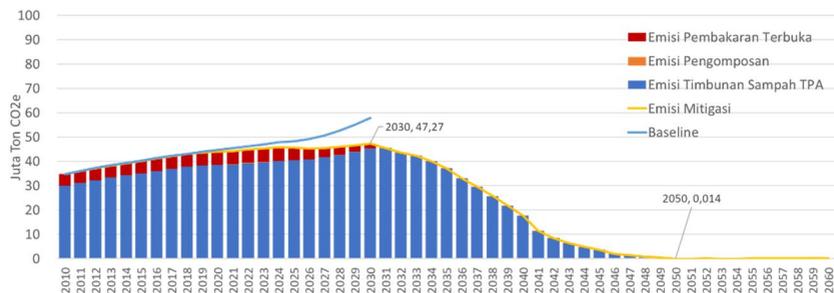
Gambar 13. Pengurangan Jumlah Sampah di *Landfill* setelah dilakukan *Mining* (Catatan: 'negatif' untuk menunjukkan sampah yang ditimbun di landfill berkurang atau tidak ada lagi sampah yang ditimbun di landfill)

Berdasarkan grafik tersebut, *landfill mining* akan dimulai di tahun 2025 dengan sel yang akan ditambang adalah 30% sel tahun 2000-2009. Pada tahun 2030, 70% sel tahun 2000-2009 akan ditambang ditambah dengan sel tahun 1990-1999. Penambangan 100% sel tahun 2010-2015 akan dilakukan di mulai tahun

2035 dan 70% sel tahun 2016-205 akan dilakukan di tahun 2040. Pada tahun 2045, 30% sel tahun 2016-2025 dan 100% sel 2026-2030 akan dilakukan penambangan.

Target Penurunan Emisi Limbah Padat Domestik

Penurunan emisi limbah padat domestik dapat dicapai melalui pelarangan pembakaran terbuka, optimalisasi pengomposan dan pemanfaatan sampah untuk mengurangi penimbunan sampah di TPA. Emisi pada limbah padat domestik sebagian besar berasal dari emisi timbunan sampah di TPA. Selain itu, pembakaran terbuka limbah padat domestik juga menyumbangkan emisi GRK. Diperlukan aksi mitigasi untuk mengurangi jumlah sampah yang masuk ke TPA serta kebijakan untuk menghentikan pembakaran terbuka limbah padat domestik. Penurunan emisi GRK akan dimulai di tahun 2030 hingga akhirnya mencapai *zero emission* di tahun 2060.

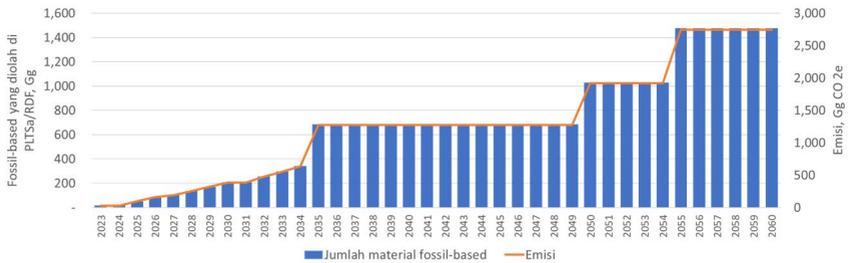


Gambar 14. Target Penurunan Emisi dari Subsektor Limbah Padat Domestik

Target Pelaksanaan PLTSa/RDF/SRF

Upaya lain untuk mengurangi timbunan sampah di TPA melalui pemanfaatan sampah sebagai energi alternatif melalui PLTSa, RDF, maupun SRF. Upaya ini perlu optimalisasi melalui pemanfaatan sampah sebagai RDF pada sektor industri semen, pembangkit listrik,

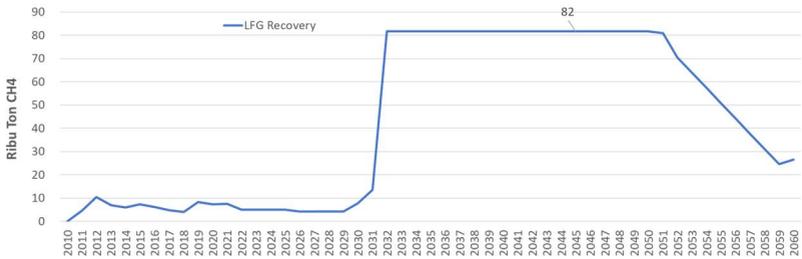
Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah sampah yang dibawa ke TPA adalah dengan melakukan pemanfaatan sampah sebagai alternatif bahan bakar pada PLTSa/RDF/SRF.



Gambar 15. Emisi GRK dari Material Berbasis Fosil pada Limbah Padat Domestik di PLTSa/RDF

Seiring dengan meningkatnya pemanfaatan sampah sebagai alternatif bahan bakar pada PLTSa/RDF/SRF, maka emisi yang dihasilkan dari proses pembakaran akan semakin meningkat. Untuk itu, diperlukan teknologi pengendalian emisi udara yang baik pada fasilitas PLTSa/RDF/SRF. Pemanfaatan sampah sebagai alternatif bahan bakar direncanakan akan dilakukan pada 34 pabrik semen untuk RDF, 52 lokasi PLTU (114 plant dengan kapasitas 400 MW) untuk SRF dan penambahan 10 lokasi PLTSA.

Target Pelaksanaan LFG Recovery



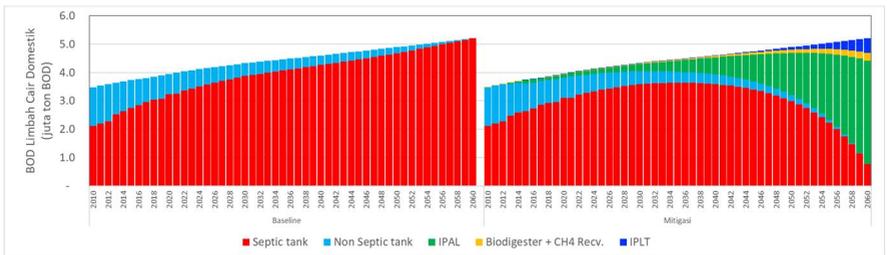
Gambar 16. LFG Recovery

Dengan aksi mitigasi pengurangan sampah yang dikelola di TPA/*landfill*, maka LFG *recovery* akan berkurang. *Peak recovery* akan dicapai di tahun 2032-2050 sebesar 82ribu ton CH₄, setelahnya LFG yang dapat di-*recovery* menjadi berkurang/terbatas karena sampah di *landfill* sudah sangat sedikit. *Peak recovery* 82 ribu ton CH₄ (1.722 Gg CO₂e) setara dengan fasilitas berikut: 65 MW LFG *power plant* dan 8.000 SRT (KK tersambung LFG).

4.3.2 Subsektor Limbah Cair Domestik

Untuk menurunkan emisi GRK dari subsektor limbah cair domestik, salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan perbaikan pengolahan limbah cair domestik dan meningkatkan akses sanitasi

melalui 'Program Nasional 100-0-100' (100% akses air minum layak, 0% kawasan kumuh, 100% sanitasi layak). Target tahun 2060 adalah 100% *septic system (sanitasi layak)* untuk area perkotaan maupun pedesaan.



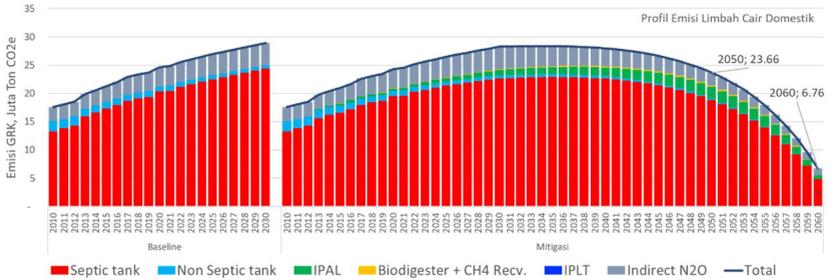
Gambar 17. BOD Limbah Cair Domestik

Catatan: BOD = 40 gram/orang/hari

Fasilitas pengolahan pada 2060 meliputi:

- 1) IPAL komunal/terpadu/terpusat/wilayah/regional dengan intensitas emisi lebih rendah untuk melayani > 70% penduduk;
- 2) Biodigester untuk limbah cair domestik yang dilengkapi penangkapan dan pemanfaatan biogas;
- 3) IPLT limbah cair (*black water*/sedotan) beroperasi dengan kapasitas pengolahan mencapai 5% dari potensi

black water (~575 juta m³ atau setara dengan *BOD sludge removal* ~11%).



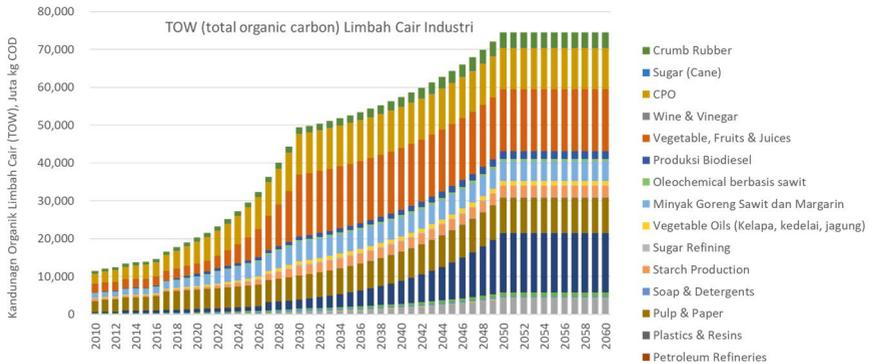
Gambar 18. Profil Emisi Limbah Cair Domestik

Saat ini emisi yang belum dapat diintervensi dengan mitigasi di tahun 2050 sebesar 23,66 Gg sehingga di tahun 2060 masih menyisakan 6,76 Mton CO₂e (terutama dari gas metana septic tank individual yang belum di-intervensi). Peningkatan pemanfaatan IPAL rendah emisi (faktor emisi ≈ 0) ditargetkan mencapai 95% di tahun 2060. Selain itu, *indirect* N₂O dikonversi (N to NH₃) dengan target N₂O yang dapat dikonversi di tahun 2060 sebesar 75%.

4.3.3 Subsektor Limbah Industri

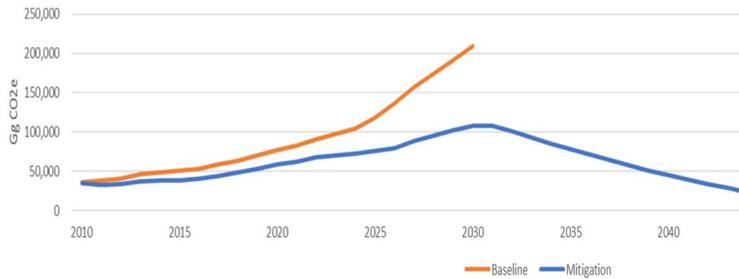
Emisi GRK dari limbah padat industri didominasi oleh limbah organik yang belum terdekomposisi sempurna dan sludge IPAL

hasil pengolahan limbah cair industri yang berpotensi untuk melepaskan GRK. Pada Limbah cair industri, emisi berasal dari gas yang dilepaskan pada proses pengelolaannya.



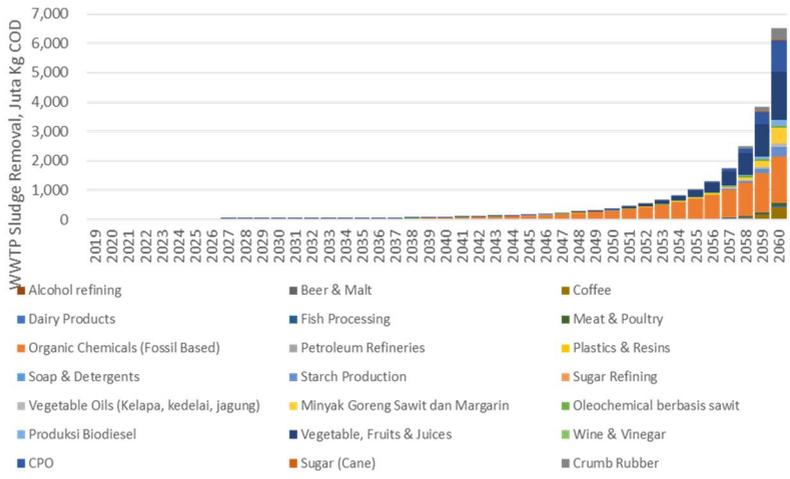
Gambar 19. Kandungan Organik dalam Limbah Cair

Berdasarkan data kandungan organik dalam limbah cair dari 15 jenis industri, diperkirakan akan terjadi peningkatan setiap tahunnya seiring dengan meningkatnya proses produksi yang dilakukan pada industri tersebut, dengan peningkatan signifikan terjadi pada industri pengolahan sayuran, buah dan jus hingga tahun 2030, dan pada tahun 2030-2050 peningkatan signifikan terjadi pada industri bahan kimia organik berbasis fosil.



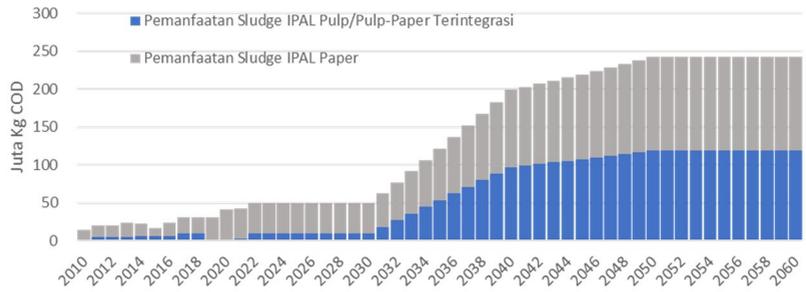
Gambar 20. Profil Emisi Subsektor Limbah Industri

Dengan upaya mitigasi yang dilakukan pada subsektor limbah industri, maka penurunan emisi GRK akan dimulai di tahun 2030. Pada tahun 2060, tingkat emisi dari subsektor limbah industri diperkirakan sebesar 104 GgCO₂e.

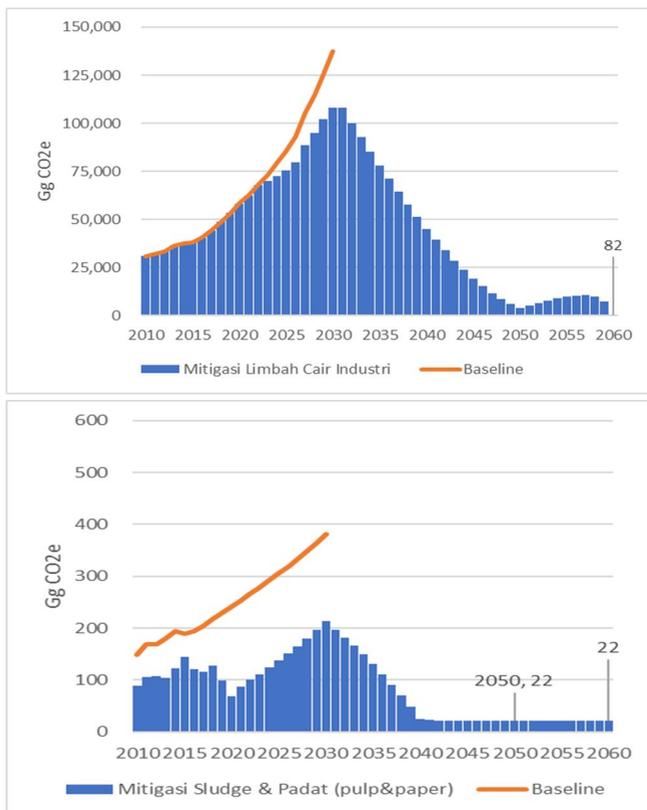


Gambar 21. WWTP *Sludge Removal*

Berdasarkan data pengelolaan limbah industri berupa *Sludge removal* yang dilakukan pada 21 industri, setiap tahunnya terjadi peningkatan jumlah *sludge* yang dikelola dengan peningkatan terbesar ada pada industri refinasi gula dan produksi sayuran, buah dan jus. Diperlukan upaya untuk memaksimalkan pengelolaan *sludge* yang dihasilkan tersebut sehingga upaya mitigasi emisi GRK dari sektor limbah industri dapat mencapai target yang telah disusun.



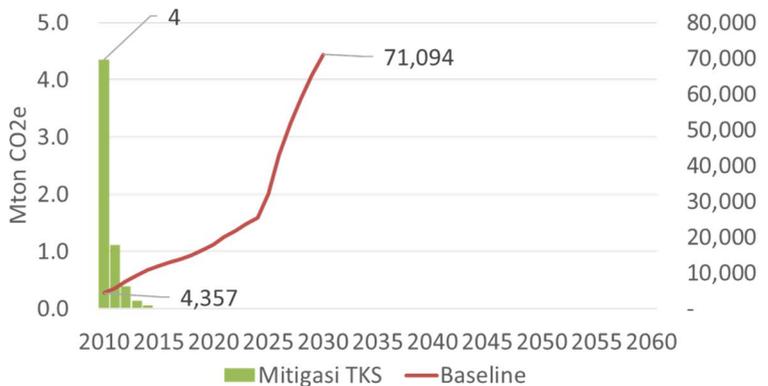
Gambar 22. COD pemanfaatan Sludge IPAL Industri Pulp/Paper



Gambar 23. Profil Emisi Subsektor Limbah Padat dan Limbah Cair Industri

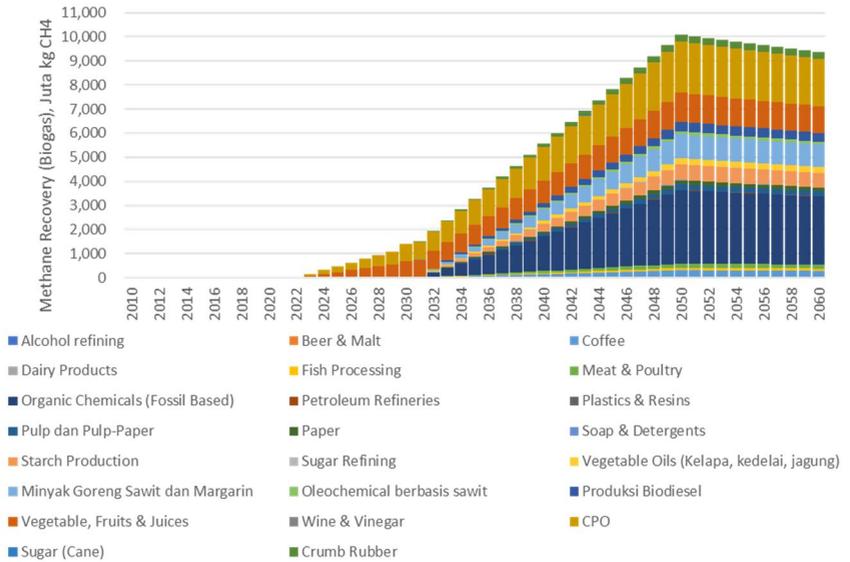
Pada limbah industri cair, diperkirakan tingkat emisi akan menurun hingga mencapai 82 Gg CO₂e di tahun 2060, sedangkan untuk limbah industri padat akan menurun hingga mencapai 22 Gg CO₂e di tahun 2050.

Industri pulp dan kertas dapat menjadi contoh bagi industri lainnya dalam hal pengelolaan *sludge* yang dihasilkan melalui pemanfaatan. Peningkatan jumlah COD yang terkelola melalui pemanfaatan *sludge* terjadi secara signifikan pada pemanfaatan *sludge* IPAL pulp/pulp-kertas terintegrasi .



Gambar 24. Profil Emisi dari TKS

Berdasarkan profil emisi dari tandan kosong sawit (TKS), sudah tidak ada emisi dari TKS sejak 2015. 100% TKS dimanfaatkan dan tidak ada tumpukan TKS lagi.



Gambar 25. *Methane Recovery* Limbah Cair Industri

Upaya mitigasi emisi GRK dilakukan dengan penangkapan biogas yang dihasilkan dari proses pengelolaan limbah cairnya. Ditargetkan adanya peningkatan *methane recovery* setiap tahunnya, dengan industri yang terjadi peningkatan secara signifikan terdapat pada industri bahan kimia organik berbasis fosil dan CPO.

4.4 Pemodelan aksi mitigasi tingkat tapak (kabupaten/kota)

4.4.1 Sub sektor limbah padat domestik

Setelah diperoleh target mitigasi secara nasional, aksi mitigasi untuk subsektor limbah padat domestik diimplementasikan melalui pendekatan tingkat tapak dalam hal ini tingkat kabupaten/kota. Hal ini sejalan dengan pembagian kewenangan antara pemerintah dan pemerintah daerah dalam pengelolaan sampah sebagaimana telah diatur dalam UU Nomor 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Sebagaimana diketahui bahwa kondisi masing-masing wilayah memiliki keunikan dan kekhasan yang berbeda sehingga kapasitas dan kemampuan pengelolaan sampah juga beragam. Oleh karena itu, hal yang perlu didorong untuk mencapai target aksi mitigasi nasional adalah perkembangan kondisi pengelolaan sampah pada seluruh wilayah berdasarkan kearifan lokal.

Dengan adanya tantangan pada masing-masing wilayah, pendekatan tingkat tapak yang dimaksud dapat dilakukan melalui pemodelan untuk mengetahui kondisi kontribusi GRK. Hasil pemodelan akan

dijadikan basis data untuk penguatan kebijakan dan strategi daerah serta penyusunan peta jalan daerah dalam rangka mendukung aksi mitigasi secara nasional, berupa target kontribusi mitigasi GRK dan upaya-upaya aksi mitigasi yang perlu ditingkatkan pada tingkat tapak. Pemodelan ini dilakukan berdasarkan pedoman inventarisasi gas rumah kaca IPCC 2006.

Sebagai contoh, dilakukan pemodelan terhadap kondisi pengelolaan limbah padat domestik di Kota Surabaya, Provinsi Jawa Timur dan Kota Balikpapan, Provinsi Kalimantan Timur. Lokus ditentukan dengan mempertimbangkan ketersediaan data yang lengkap pada database SIPSN, memiliki metode dan fasilitas pengelolaan sampah yang menyeluruh, serta memiliki kinerja pengelolaan sampah yang baik.

Ringkasan Hasil Perhitungan Emisi GRK
(Gg CO₂e)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Tingkat Emisi GRK Baseline	64,08	186,57	261,85	301,17	279,24	203,01	150,01	112,85	86,52	67,64	53,93
Tingkat Emisi GRK Mitigasi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Setelah Pengomposan	64,08	186,57	261,84	301,15	279,22	202,99	150,00	112,84	86,51	67,64	53,93
Setelah 3R Kertas	64,08	186,58	261,86	301,18	279,26	203,02	150,02	112,86	86,53	67,66	53,94
Setelah LFG Recovery	64,08	186,57	261,85	301,17	279,24	203,01	150,01	112,85	86,52	67,64	53,93
Setelah PLTsa	64,08	186,56	261,82	232,16	158,07	116,01	86,63	65,90	51,12	40,44	32,60
Setelah Landfill Mining 1	64,08	186,57	261,85	301,17	279,24	203,01	150,01	112,85	86,52	67,64	53,93
Setelah Landfill Mining 2	64,08	186,57	261,85	301,17	279,24	203,01	150,01	112,85	86,52	67,64	53,93
Setelah Implementasi Semua Aksi	64,08	186,56	261,82	232,16	158,06	116,01	86,63	65,91	51,13	40,44	32,61
Reduksi Emisi GRK											
Pengomposan	(0,00)	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
Pemanfaatan 3R Kertas	-	(0,00)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)	(0,01)
LFG Recovery	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PLTsa	-	0,01	0,03	69,01	121,17	86,99	63,38	46,94	35,40	27,21	21,33
Landfill Mining 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Landfill Mining 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Implementasi Semua Aksi	(0,00)	0,01	0,02	69,01	121,18	86,99	63,38	46,94	35,39	27,20	21,32

Gambar 26. Hasil Simulasi untuk Kota Surabaya

Ringkasan Hasil Perhitungan Emisi GRK
(Gg CO₂e)

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Tingkat Emisi GRK Baseline	13,21	39,15	59,03	74,44	71,50	51,87	38,23	28,68	21,93	17,09	13,59	11,01
Tingkat Emisi GRK Mitigasi	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Setelah Pengomposan	13,21	39,15	59,06	74,17	71,31	51,73	38,14	28,62	21,88	17,06	13,56	10,99
Setelah 3R kertas	13,21	39,15	59,03	74,44	71,50	51,87	38,23	28,68	21,93	17,09	13,59	11,01
Setelah LFG Recovery	13,21	39,15	58,61	74,02	71,50	51,87	38,23	28,68	21,93	17,09	13,59	11,01
Setelah PLTsa	13,21	39,15	59,03	74,44	71,50	51,87	38,23	28,68	21,93	17,09	13,59	11,01
Setelah Landfill Mining 1	13,21	39,15	59,03	74,44	71,50	51,87	38,23	28,68	21,93	17,09	13,59	11,01
Setelah Landfill Mining 2	13,21	39,15	59,03	74,44	71,50	51,87	38,23	28,68	21,93	17,09	13,59	11,01
Setelah Implementasi Semua Aksi	13,21	39,15	58,64	73,74	71,31	51,73	38,14	28,62	21,88	17,06	13,56	10,99
Reduksi Emisi GRK												
Pengomposan	0,00	(0,00)	(0,03)	0,27	0,19	0,13	0,09	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02
Pemanfaatan 3R Kertas	-	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)
LFG Recovery	-	-	0,42	0,42	-	-	-	-	-	-	-	-
PLTsa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Landfill Mining 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Landfill Mining 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Implementasi Semua Aksi	0,00	(0,00)	0,39	0,69	0,19	0,13	0,09	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02

Gambar 27. Hasil Simulasi untuk Kota Balikpapan



BAB V

KAIDAH PELAKSANAAN DAN PENGORGANISASIAN



BAB V

KAJIDAH PELAKSANAAN DAN PENGORGANISASIAN

5.1 Kaidah Pelaksanaan

Pelaksanaan aksi mitigasi untuk mencapai target *Zero Waste Zero Emission 2050* didasarkan kepada ambisi untuk mencapai tingkat penurunan emisi gas rumah kaca secara optimal, prinsip pengelolaan sampah berbasis 3R dan mendorong pelaksanaan ekonomi sirkular.

Ambisi ini diwujudkan dengan upaya untuk mencapai target pengurangan emisi sebesar 85,57% dari puncak emisi di tahun 2030, di mana target tersebut lebih ambisius dibandingkan dengan target dalam NDC. Ambisi untuk berkontribusi pada upaya global untuk menurunkan emisi gas rumah kaca, sejalan dengan UU Nomor 16 tahun 2016 tentang Ratifikasi *Paris Agreement*, mencerminkan komitmen Indonesia terhadap pengendalian perubahan iklim global.

Dalam penyelenggaraan *Zero Waste Zero Emission* akan berpegang teguh pada Pancasila, landasan konstitusional UUD Negara Republik Indonesia Tahun 1945, peraturan perundangan yang berlaku, serta dengan memperhatikan referensi dan pedoman teknis UNFCCC.

Zero Waste Zero Emission memerlukan kebijakan yang kompleks dan inovasi pengembangan kebijakan. Hal ini merupakan upaya kolektif seluruh elemen pemerintah dan masyarakat untuk menciptakan lingkungan yang sehat bagi masyarakat, sejalan dengan amanat pasal 28H UUD Negara Republik Indonesia Tahun 1945 dan kesiapan untuk memitigasi perubahan iklim dan dampaknya.

5.2 Pengorganisasian Kerja

Untuk pelaksanaan kegiatan yang mendukung pencapaian target *Zero Waste Zero Emission* 2050, maka diperlukan pembagian tugas dan kerja dalam pengelolaan limbah padat domestik, limbah cair domestik, dan limbah industri. Pembagian peran ini terdiri dari *stakeholder* lingkup KLHK, kementerian terkait lainnya (seperti Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, dan kementerian lainnya), pelaku usaha dan/atau kegiatan, serta *stakeholder* lainnya.

Pembagian tugas dan peran dalam pelaksanaan aksi mitigasi, pembinaan, monitoring, pelaporan, validasi dan verifikasi sebagaimana pada tabel 10.

Tabel 10. Pengorganisasian Kerja dalam Rencana Aksi
Zero Waste Zero Emission

Aksi Mitigasi PI	Pelaksana Aksi	Pembinaan dan Monitoring	Pelaporan	Validasi dan Verifikasi
Penangkapan dan Pemanfaatan <i>Landfill Gas</i> (LFG) (<i>waste to energy</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah daerah • KLHK (Ditjen PSLB3) • PUPR 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PPI)
Pemetaan TPA berdasarkan klasifikasi kota, operasional dan kapasitas	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK • PUPR 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK
Moratorium TPA	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK • Bappenas • Kemenkomarves • PUPR 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK
Daur ulang sampah melalui kegiatan pengomposan dan 3R kertas	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah daerah • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PPI)

Aksi Mitigasi PI	Pelaksana Aksi	Pembinaan dan Monitoring	Pelaporan	Validasi dan Verifikasi
Integrasi bank sampah dengan TPS3R	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK • PUPR • BUMN 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK
Penerapan <i>waste to energy</i> melalui implementasi PLTSa (Pembangkit Listrik Tenaga Sampah) atau SRF (<i>Solid Recovered Fuel</i>) dan RDF (<i>Refuse Derived Fuel</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah daerah • PUPR (Ditjen Cipta Karya) • KLHK (Ditjen PSLB3) • 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) • PUPR (Ditjen Cipta Karya) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) • PUPR (Ditjen Cipta Karya) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PPI)
Pengurangan dari sumber untuk mengurangi sampah ke landfill (zero waste to landfill in 2050)	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah daerah • KLHK (Ditjen PSLB3) • 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PPI)

Aksi Mitigasi PI	Pelaksana Aksi	Pembinaan dan Monitoring	Pelaporan	Validasi dan Verifikasi
Penyusunan regulasi ketentuan jenis sampah yang masuk ke TPA	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK • PUPR • Bappenas • Kemenkoma rves • Kemendagri 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK
Penyusunan regulasi standarisasi pengelolaan sampah skala RT/RW	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK • Kemendagri 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK
Penyusunan regulasi standarisasi pengelolaan sampah skala kota	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK • Kemendagri • PUPR 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK
Penyusunan regulasi standarisasi pengelolaan sampah berbasis WtE	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK • PUPR • ESDM • Kemendagri • Kemenperin 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK

Aksi Mitigasi PI	Pelaksana Aksi	Pembinaan dan Monitoring	Pelaporan	Validasi dan Verifikasi
Penyusunan Peraturan Menteri LHK terkait Pemilahan Sampah di Sumber	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK
Sosialisasi Kampanye Edukasi	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK • Kemenkominfo • Kemendikbudristek • IPI • APPI • Social entrepreneurship 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK
Pengelolaan limbah cair domestik melalui: <ul style="list-style-type: none"> • IPAL domestik terpusat/terintegrasi menggunakan 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemerintah daerah • PUPR (Ditjen Cipta Karya) • KLHK (Ditjen PPKL) • 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PPKL) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PPKL) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PPI)

Aksi Mitigasi PI	Pelaksana Aksi	Pembinaan dan Monitoring	Pelaporan	Validasi dan Verifikasi
<p>teknologi aerobik</p> <ul style="list-style-type: none"> · IPLT untuk mengolah buangan lumpur dari septic tank secara aerobik · Biodigester terintegrasi dengan septic tank komunal yang dilengkapi pengambilan dan pemanfaatan atau pembaka 				

Aksi Mitigasi PI	Pelaksana Aksi	Pembinaan dan Monitoring	Pelaporan	Validasi dan Verifikasi
ran biogas				
<p>Pengelolaan limbah padat domestik melaluipemanfaatan lumpur IPAL dan limbah padat organik dari industri (pulp & paper, pupuk, F&B) untuk :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. pemanfaatan kembali sebagai bahan baku 2. pemanfaatan sebagai kompos, 3. pemanfaatan sebagai 	<ul style="list-style-type: none"> • Industri 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) • Kem. Perindustrian (BSKJI) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) • Kem. Perindustrian (PIH-BSKJI) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PPI)

Aksi Mitigasi PI	Pelaksana Aksi	Pembinaan dan Monitoring	Pelaporan	Validasi dan Verifikasi
bahan bakar, dll				

Aksi Mitigasi PI	Pelaksana Aksi	Pembinaan dan Monitoring	Pelaporan	Validasi dan Verifikasi
Pengelolaan limbah cair industri melalui penangkapan & pemanfaatan metana (biogas) dari instalasi pengolahan air limbah industri (IPAL) di kelapa sawit dan agroindustri lainnya, pulp & paper, pengolahan buah/sayuran & jus, industri minyak & gas, dan industri lainnya	<ul style="list-style-type: none"> • Industri 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3, PPKL) • Kem. Perindustrian (BSKJI) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PSLB3) • Kem. Perindustrian (PIH-BSKJI) 	<ul style="list-style-type: none"> • KLHK (Ditjen PPI)

5.3 Dukungan Pendanaan

Ketersediaan pendanaan menjadi salah satu kunci utama dalam kesuksesan implementasi aksi mitigasi GRK sektor limbah menuju *near zero emission* pada tahun 2050. Pendanaan aksi penurunan emisi GRK sektor limbah dapat dilakukan melalui 2 (dua) skema sumber

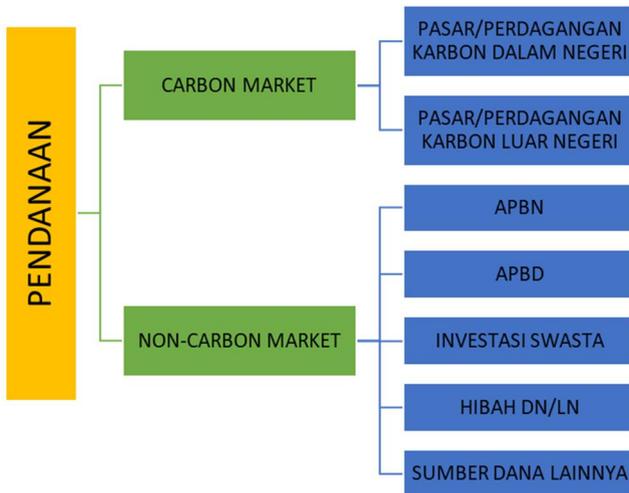
pendanaan, yakni skema pasar karbon dan skema non-pasar karbon. Pembiayaan aksi mitigasi melalui skema non-pasar karbon dapat dilakukan oleh Anggaran dan Pendapatan Belanja Negara (APBN), Anggaran dan Pendapatan Belanja Daerah (APBD) Provinsi/Kabupaten/Kota, kemitraan pemerintah pusat dan daerah, kemitraan pemerintah dan swasta, hibah dalam negeri/luar negeri, serta sumber dana lain yang sah dan sesuai dengan peraturan perundangan pendanaan yang berlaku.

Pendanaan dari APBN/APBD menggambarkan bentuk komitmen pemerintah terhadap aksi mitigasi perubahan iklim. Dukungan dana swasta dalam bentuk kerja sama pemerintah dan badan usaha (KPBU) serta Corporate Social Responsibility (CSR) tidak terlepas menjadi sumber pembiayaan yang dapat dimanfaatkan. Keterlibatan pihak internasional berupa bilateral maupun multilateral yang disalurkan melalui lembaga pembangunan internasional

Skema pasar karbon merupakan pendekatan yang memanfaatkan nilai ekonomi karbon melalui perdagangan karbon yang dilakukan dalam negeri dan luar negeri. Perkembangan pengaturan Nilai Ekonomi Karbon telah didukung dengan diterbitkan Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021. Saat ini pasar obligasi hijau/green bonds sudah berkembang pesat di tingkat internasional,

namun implementasi pasar obligasi hijau di negara berkembang masih memerlukan evaluasi tahap awal untuk proses teknis pelaksanaannya (definisi kelas aset, penetapan standar, penyajian transaksi, dan upaya menarik investor). Selain obligasi hijau, instrumen transfer fiskal antar pemerintah yang dimodifikasi dengan menggunakan parameter ekologi.

Pendanaan melalui Badan Pengelolaan Dana Lingkungan Hidup (BPDLH) juga menjadi alternatif pendanaan yang potensial, mengingat potensi dukungan BPDLH dalam upaya membangun lingkungan melalui skema; small grants, investasi dan capacity building bagi masyarakat dan bagi aparat pemerintah. Selain sumber pembiayaan swasta dan pemerintah, eksplorasi terhadap potensi sumber lain juga harus dilakukan, misalnya Payment for Ecosystem Services (PES) yang sudah banyak dikaji dalam berbagai studi. Perlindungan terhadap ekosistem dengan jasa regulasi penting, yang didukung oleh kebijakan dari pemerintah pusat dan daerah, dapat dijadikan dasar penentuan pembayaran dari skema PES. Namun dalam mengidentifikasi sumber pendanaan lain, perlu dilakukan analisis kelayakan terkait besar potensi pendanaan dan ketersediaan dana yang akan berkaitan erat dengan potensi keberlanjutan program.



Gambar 28. Skema Pendanaan

Perkiraan biaya investasi fasilitas penanganan sampah berdasarkan jenis fasilitas yang akan dibangun adalah sebagai berikut.

5.3.1 Fasilitas composting

Untuk pengelolaan limbah padat domestik dengan metode komposting dengan kapasitas pengelolaan sebesar 2 ton per hari, diperlukan lahan dengan luas 500m² dan anggaran sebesar Rp.680.000.000,00 dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 11. Biaya Investasi untuk Fasilitas Komposting

NO	NAMA BARANG	SPEKIFIKASI	HARGA SATUAN
1	Bangunan Komposting (Kapasitas 2 ton/hari)	Dimensi: 9,25 m x 8 m	Rp 500.000.000
2	Mesin Conveyor Pemilah	Panjang : 6000 mm, Lebar : 620 mm, Tinggi : 800 mm Kapasitas : 2 m ³ /jam Penggerak motor bensin kap 5,5 hp Transmisi Gear Box	Rp 60.000.000
3	Mesin Conveyor Feeder	Panjang : 4000 mm, Lebar : 600 mm, Tinggi : 1850 mm Kapasitas : 1500 kg/jam penggerak elektrik motor 2 hp	Rp 30.000.000
4	Mesin Pencacah Organik	Panjang : 1200 mm, Lebar : 650 mm, Tinggi : 900 mm Kapasitas : 150-250 Kg/jam penggerak Mesin Bensin 6.5 Hp	Rp 50.000.000
5	Mesin pengayak kompos	Panjang : 1600 mm, Lebar : 800 mm, Tinggi : 900 mm Kapasitas : 150-250 Kg/jam	Rp 20.000.000

NO	NAMA BARANG	SPEKIFIKASI	HARGA SATUAN
		Penggerak Motor Bensin 5,5 Hp	
6	Mesin Cetak Butiran Pupuk Orgnaik	Panjang : 900 mm, Lebar : 800 mm, Tinggi : 1250 mm Kapasitas : 150 kg/jam Ukuran Cetak: 50 mm Penggerak: Diesel 16 Hp	Rp 30.000.000
7	Mesin Mixer/Pengaduk	Diameter : 1200 mm, Tinggi : 600 mm, Kapasitas : 200 kg/proses Tangan Pengaduk: 3 buah Penggerak: Diesel 12 Hp	Rp 20.000.000

5.3.2 Fasilitas Black Soldier Fly (BSF)

Pengelolaan limbah padat domestik dengan bantuan *black soldier fly* (BSF) dengan kapasitas sebesar 5 ton per hari memerlukan lahan seluas 500m² dan anggaran sebesar Rp. 1.340.000.000,00 dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 12. Biaya Investasi untuk Fasilitas BSF

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
1	Bangunan BSF (Rearing House, Hatchery, Reaktor (Biopond), Feedstock, Gudang)	Dimensi: 18 m x 12 m	Rp 1.000.000.000
2	Mesin Pencacah Organik	Panjang : 1200 mm, Lebar : 650 mm, Tinggi : 900 mm Kapasitas : 150-250 Kg/jam Penggerak Mesin Bensin 6.5 Hp	Rp 50.000.000
3	Mesin Pengayak Getar	<ul style="list-style-type: none"> ● Dibuat dari Rangka besi UNP dan Plat 4 mm, ayakan (wire sieve) stainless 2.5 mm, 5 mm, & 7.5 mm ● Kapasitas pengayakan :berat 1 ton atau setara 2, 5 sampai 5 m³ / jam ● Dimensi PLT:(2.13 x 0.89 x 1.16) m 	Rp 30.000.000
4	Tanki Pupuk Cair	Kapasitas 1.500 L	Rp 1.500.000

5	Kotak Hatchery (1000 kotak)	Ukuran 1 kotak minimal : 60 x 40 x 15 cm	Rp 55.000/kotak (Rp 55.000.000 untuk 1000 kotak)
6	Microwave Industri (Pengeringan Maggot)		Rp 200.000.000

5.3.3 Fasilitas Bank Sampah Induk

Fasilitas bank sampah induk dengan kapasitas pengelolaan sebesar 2 ton/hari memerlukan lahan seluas 500m² dan biaya pembangunan sebesar Rp. 777.500.000,00 dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 13. Biaya Investasi untuk Fasilitas Bank Sampah Induk

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
1	Bangunan Bank Sampah Induk	Dimensi: 12 m x 7 m	Rp 500.000.000
2	Mesin Press Hidrolik	<ul style="list-style-type: none"> ● Panjang : 750 mm, Lebar : 7500 mm, Tinggi : 1320 mm, ● Kapasitas : 40 x 40 x 40 cm/batch 	Rp 70.000.000

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
		<ul style="list-style-type: none"> ● Pompa 24 cc, Daya : 8 Hp 	
3	Mesin Pencacah Organik	<ul style="list-style-type: none"> ● Tipe: CC-400 ● Desain Mesin: Horizontal Hammer Mill ● Enginer: Dinamo/Motor Listrik Kapasitas 380v/3 phasa/11 kW ● Ukuran: 110 cm x 70 cm x 110 cm ● Berat: 300 kg ● Kapasitas Material basah (moisture > 40%) : 100-2– kg/jam ● Kapasitas Material kering (moisture < 40%) : 200-400 kg/jam 	Rp 115.000.000

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
4	Mesin Pencacah Plastik	<ul style="list-style-type: none"> ● Panjang = 105 cm, Lebar = 85 cm, Tinggi 170 cm. Power = 8 Hp ● Penggerak = Motor Diesel ● Bahan Rangka = UNP 8, Bahan Tabung=Plat 6 dan 8 mm ● Kapasitas = 10 - 30 kg/jam ● Dudukan Pisau Plat Eser 25 mm, Pisau = 5 bh /Kekerasan HRC 55 	Rp 50.000.000
5	Mesin strapping		Rp 10.000.000
6	Timbangan		Rp 2.500.000
7	Alat Kantor (komputer, kalkulator)		Rp 30.000.000

5.3.4 Fasilitas Pusat Daur Ulang

Fasilitas pusat daur ulang dengan kapasitas pengelolaan sebesar 10 ton/hari memerlukan lahan seluas 1.500m² dan biaya pembangunan sebesar Rp. 4.590.000.000,00 dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 14. Biaya Investasi untuk Fasilitas Pusat Daur Ulang

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
1	Bangunan PDU	Dimensi: 37 m x 18,75 m	Rp 4.200.000.000
2	Mesin conveyor pemilah	<ul style="list-style-type: none">● Panjang = 6000 mm, Lebar = 620 mm, Tinggi = 800 mm● Kapasitas = 2 m³/jam, Belt Conveyor = 2 Ply Lebar 60 cm, Roler = 2 in● Rangka = UNP 8 dan Hollow 100,● Penggerak = Elektrik Motor 2 Hp, Transmisi = Gear box WPA	Rp 65.000.000

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
3	Mesin Press Hidrolik	<ul style="list-style-type: none"> ● Panjang = 1260 mm, Lebar = 1050 mm, Tinggi = 2830 mm ● Kapasitas / Hasil Press = 600 x 600 x 600 mm / press ● Penggerak = Diesel, Power = 6,5 Hp ● Type Silinder = Single, Daya Tekan = 10 Ton, ● Power Pack = Lengkap Asesoris 	Rp 100.000.000
4	Mesin Pengayak Kompos	<ul style="list-style-type: none"> ● Panjang = 1600 mm, Lebar = 800 mm, Tinggi = 1400 mm ● Transmisi = Gearbox dan Rantai, Penggerak = Motor Bensin 5.5 Hp ● Rangka = Siku 40x40, Penggerak = Dinamo 1/2 ● Bahan Mesh ayakan = Stainless Steel, Lubang Mesh ayakan = 6 mm 	Rp 20.000.000
5	Mesin Pencacah Plastik	<ul style="list-style-type: none"> ● Panjang = 105 cm, Lebar = 85 cm, Tinggi 170 cm, Penggerak = Motor Diesel ● Bahan Tabung = Plat 6 mm dan 8 mm, Bahan Rangka = UNP 8 ● Power = 8 Hp, Kapasitas = 10 - 30 kg/jam 	Rp 50.000.000

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
		<ul style="list-style-type: none"> ● Dudukan Pisau = Plat Eser 25mm, Jumlah Pisau = 5 buah/Kekerasan HRC 55 	
6	Mesin pengering Plastik	<ul style="list-style-type: none"> ● Panjang = 200 cm, Lebar = 95 cm, Tinggi = 140 cm ● Penggerak = Motor Diesel, Power = 6.5 Hp ● Kapasitas = 1500 - 200 Kg/jam, Sistem = Rotary + Blowe 	Rp 35.000.000
7	Mesin Jahit Karung		Rp 1.000.000
8	Mesin Pencacah Organik	<p>Tipe: CC-400, Desain Mesin: Horizontal Hammer Mill</p> <p>Enginer: Dinamo/Motor Listrik Kapasitas 380v/3 phasa/11 kW</p> <p>Ukuran: 110 cm x 70 cm x 110 cm, Berat: 300 kg</p> <p>Kapasitas Material basah (moisture > 40%) : 100-2–kg/jam</p> <p>Kapasitas Material kering (moisture < 40%) : 200-400 kg/jam</p>	Rp 115.000.000

5.3.5 Fasilitas RDF Komunal

a. Kapasitas 3 ton/hari

Untuk pembangunan fasilitas RDF Komunal dengan kapasitas 3 ton/hari, diperlukan lahan seluas 300m² dan biaya pembangunan sebesar Rp. 970.000.000,00 dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 15. Biaya Investasi untuk Fasilitas RDF Komunal Kapasitas 3 ton/hari

NO	NAMA BARANG	SPEKIFIKASI	HARGA SATUAN
1	Bangunan RDF Komunal	Kapasitas 3 ton/hari Dimensi: 17 x 9 m	Rp 600.000.000
2	Mesin Pencacah (1 unit)	<ul style="list-style-type: none">• Tipe: CC-400• Desain Mesin: Horizontal Hammer Mill• Engine: Dinamo/Motor Listrik Kapasitas 380v/3 phasa/11 kW• Ukuran: 110 cm x 70 cm x 110 cm, Berat: 300 kg• Kapasitas Material basah (moisture > 40%) : 100-200 kg/jam	Rp 115.000.000

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
		<ul style="list-style-type: none"> • Kapasitas Material kering (moisture < 40%) : 200-400 kg/jam 	
3	Mesin Pellet/Briket (1 unit)	<ul style="list-style-type: none"> • Tipe: PL-400 • Desain Mesin Flat die pellet mill • Engine: Dinamo/Motor Listrik • Kapasitas 380v/3 phasa/11 kW • Ukuran: 110 cm x 70 cm x 110 cm, Berat: 300 kg • Kapasitas Material basah (moisture > 40%) : 100-200 kg/jam • Kapasitas Material kering (moisture < 40%) : 200-400 kg/jam 	Rp 135.000.000
4	Mixer untuk fuel blending	Dimensi: 17 x 9 m	Rp 50.000.000
5	Rotary Dryer		Rp 50.000.000
6	Boks Biodrying	Ukuran 1x1x1 m3 untuk 350 kg sampah biomass diproses dalam waktu maksimal 4 hari	

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
7	Bioaktivator AR124	Kapasitas 547,5 liter	Rp 20.000.000

b. Kapasitas 5 ton/hari

Untuk pembangunan fasilitas RDF Komunal dengan kapasitas 5 ton/hari, diperlukan lahan seluas 500m² dan biaya pembangunan sebesar Rp. 1.400.000.000,00 dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 16. Biaya Investasi untuk Fasilitas Komposting Kapasitas 5 ton/hari

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
1	Bangunan RDF Komunal (Kapasitas 5 ton/hari)	Dimensi: 16 x 16 m	Rp 800.000.000

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
2	Mesin Pencacah (2 unit)	<ul style="list-style-type: none"> ● Tipe: CC-400, ● Desain Mesin: Horizontal Hammer Mill ● Engine: Dinamo/Motor Listrik Kapasitas 380v/3 phasa/11 kW ● Ukuran: 110 cm x 70 cm x 110 cm, Berat: 300 kg ● Kapasitas Material basah (moisture > 40%) : 100-200 kg/jam ● Kapasitas Material kering (moisture < 40%) : 200-400 kg/jam 	Rp 115.000.000 (2 unit = Rp 230.000.000)
3	Mesin Pellet/Briket (2 unit)	<ul style="list-style-type: none"> ● Tipe: PL-400, ● Desain Mesin Flat die pellet mill ● Engine: Dinamo/Motor Listrik Kapasitas 380v/3 phasa/11 kW ● Ukuran: 110 cm x 70 cm x 110 cm, Berat: 300 kg ● Kapasitas Material basah (moisture > 40%) : 100-200 kg/jam ● Kapasitas Material kering (moisture < 40%) : 200-400 kg/jam 	Rp 135.000.000 (2 unit = 270.000.000)
4	Mixer untuk fuel blending		Rp 50.000.000
5	Rotary Dryer		Rp 50.000.000

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
6	Boks Biodrying	Ukuran 1x1x1 m3 untuk 350 kg sampah biomass diproses dalam waktu maksimal 4 hari	
7	Bioaktivator AR124	Kapasitas 912,5 liter	Rp 32.000.000

- c. Kapasitas 10 ton/hari
Untuk pembangunan fasilitas RDF Komunal dengan kapasitas 10 ton/hari, diperlukan lahan seluas 500m² dan biaya pembangunan sebesar Rp. 2.230.000.000,00 dengan rincian sebagai berikut.

Tabel 17. Biaya Investasi untuk Fasilitas RDF Komunal Kapasitas 10 ton/hari

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
1	Bangunan RDF Komunal	Kapasitas 10 ton/hari Dimensi: 16 x 16 m	Rp 1.200.000.000

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
2	Mesin Pencacah (4 unit)	<ul style="list-style-type: none"> ● Tipe: CC-400, ● Desain Mesin: Horizontal Hammer Mill ● Enginer: Dinamo/Motor Listrik Kapasitas 380v/3 phasa/11 kW ● Ukuran: 110 cm x 70 cm x 110 cm, Berat: 300 kg ● Kapasitas Material basah (moisture > 40%):100-200 kg/jam ● Kapasitas Material kering (moisture < 40%):200-400 kg/jam 	Rp 115.000.000 (4 unit = Rp 460.000.000)
3	Mesin Pellet/Briket (3 unit)	<ul style="list-style-type: none"> ● Tipe: PL-400, ● Desain Mesin Flat die pellet mill ● Engine: Dinamo/Motor Listrik Kapasitas 380v/3 phasa/11 kW ● Ukuran: 110 cm x 70 cm x 110 cm, Berat: 300 kg ● Kapasitas Material basah (moisture > 40%) : 100-200 kg/jam ● Kapasitas Material kering (moisture < 40%) : 200-400 kg/jam 	Rp 135.000.000 (3 unit = 405.000.000)
4	Mixer untuk fuel blending		Rp 50.000.000

NO	NAMA BARANG	SPESIFIKASI	HARGA SATUAN
5	Rotary Dryer		Rp 50.000.000
6	Boks Biodrying	Ukuran 1x1x1 m3 untuk 350 kg sampah biomass diproses dalam waktu maksimal 4 hari	
7	Bioaktivator AR124	Kapasitas 1.825 liter	Rp 65.000.000

Dalam perhitungan biaya investasi yang diperlukan untuk pengelolaan limbah padat domestik seperti pada tabel di atas, perhitungan hanya mencakup kebutuhan pembangunan fasilitas saja di luar biaya operasional yang diperlukan. Untuk itu, diperlukan juga perhitungan biaya operasional masing-masing fasilitas serta kapasitas pemerintah daerah selaku pelaksana di tingkat tapak sehingga dapat dihitung biaya operasional yang perlu didukung dari pusat.

Pada pengelolaan limbah cair domestik, investasi dilakukan oleh pemerintah, swasta, lembaga swadaya masyarakat untuk memanfaatkan air limbah untuk menghasilkan biogas dan pupuk cair. Sedangkan pada pengelolaan limbah industri, investasi umumnya dilakukan oleh industri untuk kegiatan pemanfaatan limbah padat sebagai alternatif bahan baku, bahan bakar, kompos untuk menekan emisi GRK.

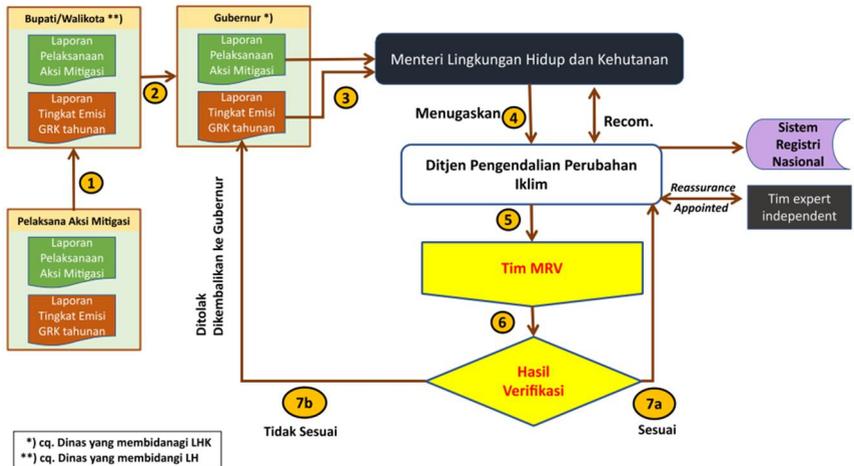
5.4 Pelaporan, Monitoring, dan Evaluasi

Pelaporan terkait *Zero Waste Zero Emission* dilakukan melalui 2 (dua) mekanisme, yaitu dengan melakukan pelaporan terhadap aksi mitigasi dan pelaporan tingkat emisi GRK tahunan (inventarisasi emisi GRK).

Laporan pelaksanaan mitigasi dilakukan untuk melakukan pemantauan terhadap pelaksanaan kegiatan yang mitigasi dalam rangkaian aksi *Zero Waste Zero Emission* yang meliputi perkembangan pelaksanaan aksi mitigasi, capaian target *Zero Waste Zero Emission*, kendala dan hambatan dalam implementasi aksi mitigasi.

Monitoring pelaksanaan aksi mitigasi dilakukan untuk identifikasi sumber hambatan atau masalah sesegera mungkin; memacu kemajuan kerja pada setiap tahapan kerja sesuai rencana; membangun upaya-upaya tindak lanjut dan hal-hal yang harus dikembangkan lebih jauh, serta untuk mendapatkan inspirasi dan inovasi baru; juga mendorong kegiatan unggulan yang memberikan dampak signifikan terhadap penurunan emisi GRK. Pada evaluasi secara reguler pelaporan terhadap pelaksanaan aksi mitigasi perlu dilengkapi dengan dokumentasi lapangan (foto, video, ataupun informasi dari *drone*) per tahapan kegiatan yang memuat data waktu dan lokasi referensi geografis.

Pada pelaporan tingkat emisi GRK tahunan (inventarisasi emisi GRK) akan dilakukan dengan mengikuti aturan MRV (*Measuring-Reporting and Verification*) yang telah ditetapkan. Pelaporan hasil pengurangan emisi gas rumah kaca ditetapkan unit kerja dan dicatat ke dalam Sistem Registri Nasional (SRN) yang dikelola Ditjen PPI. Pelaporan pengurangan emisi GRK dapat dalam bentuk hasil kerja pencapaian penurunan emisi Gas Rumah Kaca.



Gambar 29. Alur Mekanisme Pelaporan dan Verifikasi Pengurangan Emisi GRK

5.5 Penutup

Pendekatan berbasis sains terhadap dampak perubahan iklim maupun aksi-aksi yang harus dilakukan untuk menghadapinya telah dilakukan melalui kajian IPCC terbaru yakni 6th Assessment

Report (IPCC AR-6) yang menggaris bawahi bahwa diperlukan transformasi mendalam yang harus dimulai lebih awal sebelum 2030 untuk melampaui NDC (*beyond-NDC*). Hal ini akan mendorong negara-negara untuk memetakan arah yang jelas menuju target *net-zero emission* untuk menuju *net zero emission* ditahun 2060 atau lebih cepat. Kombinasi antara teknologi, perilaku individu, aksi komunitas dan intervensi kebijakan dapat memperkuat respon kita dengan melampaui target NDC yang dimiliki.

Sektor limbah, sebagaimana dideskripsikan dalam Indonesia's *Enhanced NDC 2022* dan sejalan dengan target NZE di 2060 atau lebih cepat, memiliki peran penting untuk mengirimkan sinyal kepada masyarakat global bahwa timbulan sampah terkait dengan populasi, urbanisasi dan kemakmuran, serta transformasi mata pencaharian dan perubahan perilaku masyarakat.

Praktik pengelolaan sampah yang ada dapat menyediakan mitigasi GRK yang efektif melalui berbagai teknologi yang matang dan efektif secara lingkungan untuk memitigasi emisi dan memberikan manfaat tambahan bagi kesehatan masyarakat, perlindungan lingkungan, dan pembangunan berkelanjutan. Secara kolektif, teknologi ini dapat secara langsung mengurangi emisi GRK (melalui pemulihan gas TPA, praktik TPA yang lebih baik, pengelolaan air limbah yang

direkayasa) atau menghindari pembentukan GRK yang signifikan (melalui pengomposan sampah organik yang terkendali, insinerasi canggih, dan memperluas cakupan sanitasi). Selain itu, minimalisasi limbah, daur ulang, dan penggunaan kembali merupakan potensi yang penting dan semakin meningkat untuk pengurangan emisi GRK secara tidak langsung melalui konservasi bahan baku, peningkatan efisiensi energi dan sumber daya, serta penghindaran bahan bakar fosil.

Peningkatan infrastruktur untuk pengelolaan air limbah dapat menyediakan berbagai manfaat untuk mitigasi GRK, peningkatan kesehatan masyarakat, konservasi sumber air dan reduksi pembuangan limbah yang tidak dikelola ke air permukaan, air tanah, lahan dan pesisir. Intervensi teknologi, seperti teknologi *waste-to-energy* yang kompatibel dengan daur ulang, merupakan solusi yang menjanjikan untuk pengelolaan sampah padat domestik yang berkelanjutan baik dari sisi ekonomi dan lingkungan dan juga dari sudut pandang perubahan iklim.



KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
MINISTRY OF ENVIRONMENT AND FORESTRY

