



Republik Indonesia

PEDOMAN TEKNIS PERHITUNGAN BASELINE EMISI GAS RUMAH KACA SEKTOR PENGELOLAAN LIMBAH

Republik Indonesia
2014

Tim Penulis

Penasehat

Endah Murniningtyas, Deputi Bidang Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup, Bappenas

Koordinator

Wahyuningsih Darajati, Direktur Lingkungan Hidup, Bappenas

Tim Penulis

Badariah Yosiyana, Budhi Setiawan, Citara Nayla Iqbal, Darwanto, Dida Migfar, Gan Gan Dirgantara, Gracia, Hari Wibowo, Mulkan Gani, Nanda L.E Sirait, Nela Anjani, Nina Indrasari, Rangga Akib, Sandhi Eko Bramono, Syamsidar Thamrin, Vika Ekalestari, Wukir A Rukmi, Yustika A.W

Tim Pendukung Teknis

Dini Artiani, Harliana, Lestira Wattimena, Novita Sari, Tanti Hariyanti, Septy Haryanny



Republik Indonesia

Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (BAPPENAS)
Deputi Bidang Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup
Jl. Taman Suropati No. 2
Jakarta 10310
Telp. (021) 31936207
Website: www.bappenas.go.id

The background image shows a waste management site with a blue overlay. In the foreground, there are large piles of waste covered with dark tarps. In the background, there are several buildings, some with red and blue accents, and a person walking near a striped barrier. The overall scene is dimly lit, suggesting an overcast day or dusk.

PEDOMAN TEKNIS

PERHITUNGAN BASELINE EMISI GAS RUMAH KACA SEKTOR PENGELOLAAN LIMBAH



KATA PENGANTAR

Dalam rangka menyusun rencana aksi nasional penurunan emisi gas rumah kaca (RAN-GRK) seperti diamanatkan oleh Peraturan Presiden No. 61 tahun 2011, diperlukan suatu buku pedoman teknis yang sederhana dan mudah dipahami oleh para pihak yang berkepentingan. Buku pedoman teknis ini disusun untuk meningkatkan pemahaman berbagai pihak di tingkat nasional, provinsi dan kabupaten untuk menyusun Rencana Aksi Nasional (RAN) dan Rencana Aksi Daerah (RAD) GRK.

Badan Perencanaan Pembangunan Nasional mengucapkan terima kasih kepada Tim Ahli yang mewakili Kementerian Lingkungan Hidup dan Kementerian Pekerjaan Umum yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya untuk penyusunan pedoman ini. Pedoman ini merupakan *living document* yang akan diperbaharui sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan yang terkait dengan faktor emisi dan penetapan data aktivitas, serta kesepakatan para pihak terkait dengan kebijakan nasional dan hasil negosiasi di tingkat internasional.

Deputi Bidang Sumber Daya Alam dan Lingkungan
Hidup Bappenas

Dr. Ir. Endah Murniningtyas, M.Sc

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada seluruh staf di Kedepuitan Bidang Sumber Daya Alam dan Lingkungan Hidup, Kementerian PPN/Bappenas atas bantuan fasilitasi teknis dalam penyusunan pedoman ini.

Penyusunan Pedoman Umum Rencana Aksi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca ini didukung oleh *Deutsche Gesellschaft fuer Internationale Zusammenarbaeit* (GIZ) melalui Proyek *Policy Advice for Environment and Climate Change* (PAKLIM). Dukungan tersebut sangat dihargai.

Proses penyusunan dokumen ini tidak terlepas dari dukungan kemitraan dan dedikasi berbagai institusi berikut:

1. Kementerian Lingkungan Hidup
2. Kementerian Pekerjaan Umum
3. JICA

Terima kasih yang setinggi-tingginya juga disampaikan kepada para pihak yang telah banyak memberikan masukan dalam penyempurnaan pedoman ini.



DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| KATA PENGANTAR | ii |
| UCAPAN TERIMA KASIH | iii |
| DAFTAR ISI | iv |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| BAB 2 GAMBARAN UMUM PENGELOLAAN-PENGELOLAAN SAMPAH DI INDONESIA | 7 |
| 2.1 Limbah Padat Domestik (Sampah) | 7 |
| 2.1.1 Kegiatan Dalam Pengelolaan Sampah | 9 |
| 2.1.2 Permasalahan pada Aspek Pengelolaan Sampah di Indonesia | 10 |
| 2.1.3 Potensi Emisi GRK Sektor Sampah | 11 |
| 2.1.4 Konsep Program Pengelolaan Sampah | 12 |
| 2.2 Limbah Cair Domestik (Air Limbah) | 14 |
| 2.2.1 Pengelolaan Air Limbah | 16 |
| 2.2.2 Permasalahan pada Aspek Pengelolaan Air Limbah di Indonesia | 18 |
| 2.2.3 Potensi Emisi GRK Sektor Air Limbah | 18 |
| BAB 3 EMISI GAS RUMAH KACA SEKTOR LIMBAH | 21 |
| 3.1 Kategori Sumber dan Jenis Emisi GRK | 21 |
| 3.2 Emisi GRK Limbah Padat Domestik (Sampah) | 23 |
| 3.3 Emisi GRK Limbah Cair Domestik (Air Limbah) | 28 |
| BAB 4 CONTOH PERHITUNGAN BAU BASELINE EMISI GRK SEKTOR PENGELOLAAN LIMBAH | 33 |
| 4.1 Perhitungan BAU Baseline Provinsi Sumatera Selatan | 35 |
| 4.1.1 Limbah Padat Domestik | 35 |
| 4.1.2 Limbah Cair Domestik | 47 |
| 4.2 Perhitungan BAU Baseline Provinsi Kalimantan Barat | 49 |
| 4.2.1 Limbah Padat Domestik | 49 |
| 4.2.2 Limbah Cair Domestik | 60 |
| BAB 5 PENUTUP | 65 |
| DAFTAR PUSTAKA | 66 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|------------|--|----|
| Gambar 1. | Potensi Utama Gas Rumah Kaca dari Sektor Limbah | 2 |
| Gambar 2. | Klasifikasi dan Distribusi Jenis Kota di Indonesia | 8 |
| Gambar 3. | Kondisi Pengelolaan Sampah Perkotaan | 8 |
| Gambar 4. | Pola Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan Secara Umum | 10 |
| Gambar 5. | Alur Sampah dan GRK yang Dihasilkan dari Tiap Proses | 12 |
| Gambar 6. | Konsep Program Kementerian PU dalam Pengelolaan Emisi GRK Sektor Sampah | 13 |
| Gambar 7. | Kategori Sumber Utama Emisi GRK dari Kegiatan Pengelolaan Limbah | 22 |
| Gambar 8. | Emisi GRK BAU Baseline Sektor Limbah Berdasarkan Kompilasi Dokumen RAD-GRK | 30 |
| Gambar 9. | Pengukuran Densitas Sampah | 36 |
| Gambar 10. | Perbandingan Tipe Timbunan Sampah Provinsi Sumatera Selatan | 43 |
| Gambar 11. | BAU Baseline Emisi GRK Sektor sampah Provinsi Sumatera Selatan | 47 |
| Gambar 12. | BAU Baseline Emisi GRK Sektor Air Limbah di Provinsi Sumatera Selatan | 48 |
| Gambar 13. | BAU Baseline Emisi GRK Sektor Limbah di Provinsi Sumatera Selatan | 49 |
| Gambar 14. | Perbandingan Tipe Timbunan Sampah (domestic) Provinsi Kalimantan Barat | 55 |
| Gambar 15. | Emisi GRK (BAU) dari Sektor Sampah | 59 |
| Gambar 16. | BAU Baseline Sektor Sampah Provinsi Kalimantan Barat | 59 |
| Gambar 17. | Estimasi CH ₄ dari Air Limbah Provinsi Kalimantan Barat | 62 |
| Gambar 18. | BAU Baseline Emisi GRK Sektor Limbah Provinsi Kalimantan Barat | 63 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|----------|---|----|
| Tabel 1. | Pengolahan dan Pembuangan Limbah Cair, dan Potensi Emisi GRK | 19 |
| Tabel 2. | Beberapa Komposisi Sampah (dalam % Berat Basah) di Beberapa Daerah di Indonesia | 24 |
| Tabel 3. | Prediksi Jumlah Penduduk Provinsi Sumatera Selatan Tahun 2010 dan Proyeksinya s.d 2020 | 37 |
| Tabel 4. | Komposisi dan <i>Dry Matter Content</i> Sampah Domestik Provinsi Sumatera Selatan | 38 |
| Tabel 5. | Estimasi dan Proyeksi Volume Sampah Provinsi Sumatera Selatan Tahunan (2010-2020) | 40 |
| Tabel 6. | Rekapitulasi Aktifitas Pengangkutan, Pembuangan Sampah Sembarangan, Komposting dan <i>Open Burning</i> (2010) | 41 |
| Tabel 7. | Estimasi dan Proyeksi (BAU) Volume Sampah Provinsi Sumatera Selatan Masuk ke TPA Sampah dari 2010 s.d 2020 | 42 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 8. | Rekapitulasi Sampah Open Dumping, Open burning dan Terolah Dikomposkan (BAU) Provinsi Sumatera Selatan | 43 |
| Tabel 9. | Hasil Estimasi Emisi GRK dari Aktifitas Penimbunan Sampah/Open Dumping (BAU) | 44 |
| Tabel 10. | Estimasi-Proyeksi Emisi GRK Provinsi Sumatera Selatan dari Aktifitas Open Burning (BAU) | 45 |
| Tabel 11. | Estimasi-Proyeksi Emisi GRK Provinsi Sumatera Selatan dari Aktifitas Pengomposan Sampah (BAU) | 46 |
| Tabel 12. | Rekapitulasi Estimasi dan Proyeksi Emisi GRK Provinsi Sumatera Selatan dari Sektor Sampah (BAU) | 46 |
| Tabel 13. | Potensi Emisi CH ₄ dan N ₂ O untuk Air Limbah Domestik di Sumatera Selatan | 47 |
| Tabel 14. | Potensi Emisi GRK dari Air Limbah di Provinsi Sumatera Selatan | 48 |
| Tabel 15. | Potensi Emisi GRK Sektor Limbah Provinsi Sumatera Selatan | 48 |
| Tabel 16. | Prediksi Jumlah Penduduk Kalimantan Barat Tahun 2010 dan Proyeksinya s.d 2020 | 51 |
| Tabel 17. | Komposisi dan Dry Matter Content Sampah Domestik Provinsi Kalimantan Barat | 52 |
| Tabel 18. | Estimasi dan Proyeksi Volume Sampah Provinsi Kalimantan Barat per Tahun dari 2010 s.d 2020 | 52 |
| Tabel 19. | Estimasi dan Proyeksi (BAU) Volume Sampah Provinsi Kalimantan Barat yang Masuk ke TPA dari 2010 s.d 2020 | 53 |
| Tabel 20. | Estimasi dan Proyeksi (BAU) Sampah Terolah dari 2010 s.d 2020 | 54 |
| Tabel 21. | Rekapitulasi Sampah Open Dumping, Open burning dan Terolah/ Di komposkan (BAU) | 55 |
| Tabel 22. | Hasil Estimasi Emisi GRK dari aktifitas Open Dumping (BAU) | 56 |
| Tabel 23. | Estimasi-Proyeksi Emisi GRK untuk Provinsi Kalimantan Barat dari Aktifitas Open Burning (BAU) | 57 |
| Tabel 24. | Estimasi-Proyeksi Emisi GRK untuk Provinsi Kalimantan Barat dari Aktifitas Pengomposan Sampah Domestik(BAU) | 58 |
| Tabel 25. | Rekapitulasi Estimasi dan Proyeksi Emisi GRK untuk Provinsi Kalimantan Barat dari Sektor Sampah (BAU) | 58 |
| Tabel 26. | Potensi Emisi CH ₄ dan N ₂ O untuk Air Limbah, Pengolahan Lumpur, dan Sistem Pembuangan Air Limbah Domestik di Kalimantan Barat | 60 |
| Tabel 27. | Estimasi Emisi GRK Berdasarkan Distribusi Sistem Pembuangan Air Limbah Domestik di Kalimantan Barat | 61 |
| Tabel 28. | Potensi Emisi GRK dari Limbah Cair Domestik di Provinsi Kalbar | 62 |
| Tabel 29. | Potensi Emisi GRK Sektor Limbah Provinsi Kalimantan Barat | 62 |





BAB 1

PENDAHULUAN

Gas Rumah Kaca atau yang sering disingkat sebagai GRK merupakan gas-gas di atmosfer yang dapat menyebabkan peningkatan suhu rata-rata dunia, atau biasa disebut sebagai efek rumah kaca. Gas tersebut dapat muncul secara alami di lingkungan maupun timbul sebagai akibat dari aktivitas manusia. Gas rumah kaca yang paling banyak adalah dalam bentuk uap air. Selain itu GRK terdapat juga dalam bentuk karbon dioksida, metana, nitrogen oksida, dan gas lainnya.

Perhitungan emisi GRK dalam sektor limbah penting dilakukan mengingat sektor limbah merupakan salah satu sektor yang berkontribusi signifikan terhadap peningkatan emisi GRK. Limbah dapat timbul dari berbagai aktivitas kehidupan antara lain aktivitas domestik (rumah tangga), industri, kesehatan, komersial, dan lain-lain. Timbulan limbah cenderung meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi, peningkatan ekonomi dan perubahan pola konsumsi serta perilaku masyarakat. Peningkatan kuantitas limbah juga berkorelasi dengan potensi peningkatan emisi GRK yang muncul dari proses alami yang terjadi berdasarkan kandungan kimiawi limbah maupun dari proses pengolahan yang dilakukan.

Berdasarkan International Panel on Climate Change/ IPCC (2006), potensi utama GRK dari sektor limbah dapat dilihat pada skema di bawah ini (Gambar 1)

Gambar 1. Potensi Utama Gas Rumah Kaca dari Sektor Limbah



Sumber: IPCC (2006)

Presiden Susilo Bambang Yudhoyono dalam pidatonya pada pertemuan G-20 di Pittsburg, Amerika Serikat, 25 September 2009, menyatakan bahwa Indonesia berkomitmen untuk menurunkan emisi GRK sebesar 26% pada tahun 2020 dengan upaya sendiri dan mencapai 41% apabila mendapat dukungan internasional. Komitmen tersebut dituangkan pada Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 (Perpres 61/2011) tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK). Sesuai dengan Perpres 61/2011 tersebut, pengelolaan limbah merupakan salah satu dari lima bidang yang menjadi prioritas dalam penurunan emisi GRK di Indonesia, selain sektor kehutanan, pertanian, proses industri, dan pemanfaatan sumber energi (transportasi, domestik dan industri).

Berdasarkan dokumen Second National Communication (2010), estimasi total emisi GRK nasional pada tahun 2020 adalah sebesar 2,95 Gigaton $\text{CO}_{2(\text{eq})}$. Sementara itu estimasi potensi emisi GRK dari sektor limbah secara total pada tahun 2020 adalah sekitar 0,25 Gigaton $\text{CO}_{2(\text{eq})}$, yang berarti sekitar 8,5% terhadap estimasi potensi GRK nasional. Dari estimasi emisi GRK pada sektor

limbah tersebut, sebagian besar (0,199 Gigaton CO_{2(eq)}) merupakan kontribusi dari limbah padat dan limbah cair industri. Adapun kontribusi limbah padat domestik atau sampah adalah sebesar 0,022 Gigaton CO_{2(eq)}, limbah cair domestik sebesar 0,013 Gigaton CO_{2(eq)} dan limbah perkebunan Kelapa Sawit bersumber Crude Palm Oil/CPO sebesar 0,015 Gigaton CO_{2(eq)}.

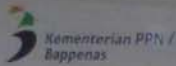
Berdasarkan dokumen RAN-GRK disebutkan bahwa Pemerintah Indonesia menargetkan untuk menurunkan emisi gas rumah kaca dari sektor limbah, yang difokuskan pada limbah padat dan air limbah domestik, sebesar 0,048 Gigaton CO_{2(eq)} pada tahun 2020. Gas metana (CH₄) yang terbentuk dari proses pengolahan limbah berbasis proses biologis (didominasi oleh proses lahan urug) di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah dan air limbah mencakup 90%, dan proses lahan urug itu sendiri berkontribusi terhadap 14 – 18% dari *global anthropogenic methane emissions*. Oleh karena itu, harus dilakukan pengolahan dan pengelolaan yang tepat pada TPA sampah ini dalam berbagai bentuk aksi mitigasi.

Pada tahun 2012 seluruh Pemerintah Provinsi di Indonesia menyusun dokumen Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi GRK. Pada dokumen-dokumen tersebut sektor limbah, terutama limbah domestik menjadi salah satu fokus dalam aksi mitigasi yang dilakukan di seluruh provinsi di Indonesia. Potensi emisi GRK dari sektor limbah di Indonesia dapat diperkirakan dengan melakukan estimasi terhadap baseline emisi GRK sektor limbah. Baseline adalah perkiraan tingkat emisi dan proyeksi GRK dengan skenario tanpa intervensi kebijakan dan teknologi mitigasi dari bidang-bidang yang telah diidentifikasi dalam kurun waktu yang disepakati atau disebut juga *business as usual baseline* (BAU *baseline*). Perhitungan *baseline* yang digunakan untuk penyusunan RAD-GRK pada sektor limbah disusun dengan menetapkan tahun 2010¹ sebagai tahun dasar dan tahun 2020 sebagai akhir tahun proyeksi. Penyusunan pedoman teknis perhitungan *baseline* emisi GRK dalam sektor pengelolaan limbah ini dimaksudkan untuk memberikan acuan bagi para pemangku kepentingan dalam sektor pengelolaan limbah baik

1 Sebagai hasil konsensus antar Tim Pokja Perubahan Iklim tingkat nasional dengan Pemerintah daerah dengan pertimbangan komitmen pemerintah untuk penurunan emisi GRK dibuat diakhir tahun 2009, serta ketersediaan data terkini yang dapat memberikan gambaran terbaik untuk perkiraan emisi sampai dengan tahun 2020

institusi pemerintah, di tingkat nasional, provinsi dan kabupaten/kota, maupun lembaga non pemerintah serta berbagai unsur masyarakat dalam perhitungan emisi gas rumah kaca pada sektor pengelolaan limbah. Mengingat aksi mitigasi emisi GRK pada sektor pengelolaan limbah, baik di tingkat nasional maupun daerah, saat ini difokuskan pada penanganan limbah domestik, maka pedoman ini hanya mencakup limbah padat serta air limbah domestik.

Pedoman yang mengacu pada panduan IPCC (2006) ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh para pemangku kepentingan terkait untuk melakukan perhitungan emisi GRK dari sektor pengelolaan limbah untuk kepentingan perencanaan, monitoring maupun evaluasi serta pelaporan dari berbagai aksi mitigasi-aksi mitigasi yang relevan. Penyempurnaan terhadap pedoman ini akan terus dilakukan terutama untuk mendapatkan formula yang menggambarkan karakteristik limbah di berbagai wilayah di Indonesia secara lebih spesifik. Dengan demikian, pada masa datang estimasi perhitungan emisi GRK diharapkan dapat dilakukan dengan kualitas yang lebih baik.



giz

Pelatihan Penyusunan Baseline Emisi GRK dan Pengembangan Aksi Mitigasi Emisi GRK Bidang Limbah Padat Perkotaan

Hotel Savana
Malang, 11-14 Juni 2013





TPA. PULUWATU

BAB 2

GAMBARAN UMUM PENGELOLAAN- PENGELOLAAN SAMPAH DI INDONESIA

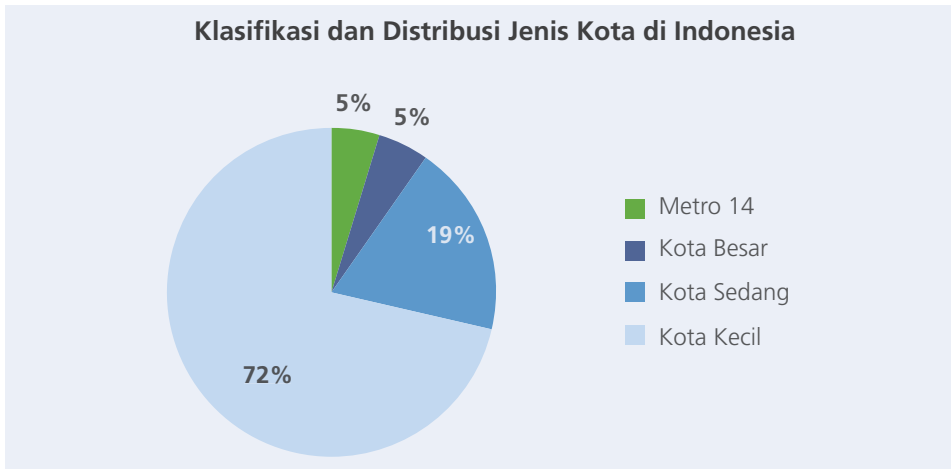
2.1 Limbah Padat Domestik (Sampah)

Paradigma pengelolaan sampah di Indonesia berubah cukup signifikan dengan ditetapkannya Undang Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. Pola pengelolaan sampah lama „kumpul-angkut-buang“ yang bertumpu pada pembuangan akhir, sudah bergeser kepada pengelolaan sampah yang bertumpu pada pengurangan sampah atau yang biasa disebut dengan aktivitas 3R², yaitu pengurangan jumlah sampah dari sumbernya; pemanfaatan kembali material sampah untuk kegunaan asalnya atau untuk penggunaan lain; serta pemanfaatan material sampah menjadi produk baru yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan.

Berdasarkan data Adipura dari Kementerian Lingkungan Hidup (2012), sampai saat ini tingkat pengelolaan sampah perkotaan di Indonesia masih belum memadai. Data tersebut mencakup 498 kota yang terklasifikasi menjadi 4 jenis berdasarkan jumlah penduduk yaitu kota metropolitan, kota besar, kota sedang dan kota kecil dengan proporsi sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2.

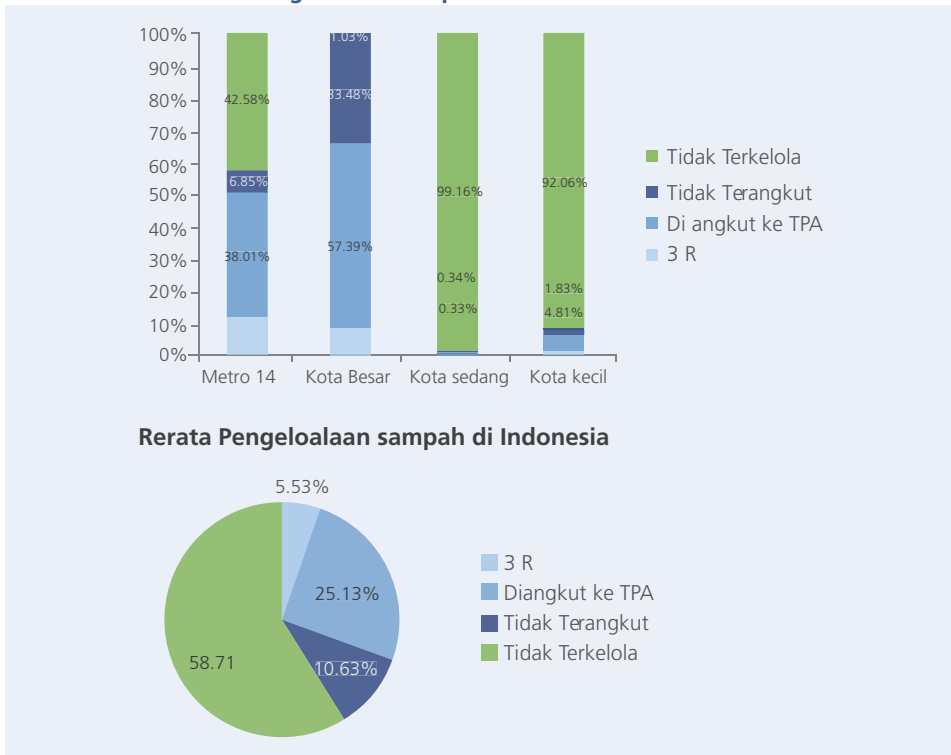
2 3R merupakan singkatan dari Reduce-Reuse-Recycle.

Gambar 2. Klasifikasi dan Distribusi Jenis Kota di Indonesia



Cakupan pelayanan sampah di kota-kota tersebut sangat bervariasi. Gambaran rata-rata pengelolaan sampah di kota metropolitan, kota besar, kota sedang dan kota kecil dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.

Gambar 3. Kondisi Pengelolaan Sampah Perkotaan



Sumber: Adipura (KLH,2012)

Berdasarkan gambaran tersebut dapat dilihat bahwa masih banyak jumlah sampah yang belum ditangani. Jumlah tersebut akan terus meningkat sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan juga perubahan pola kehidupan wilayah dari perdesaan menjadi perkotaan.

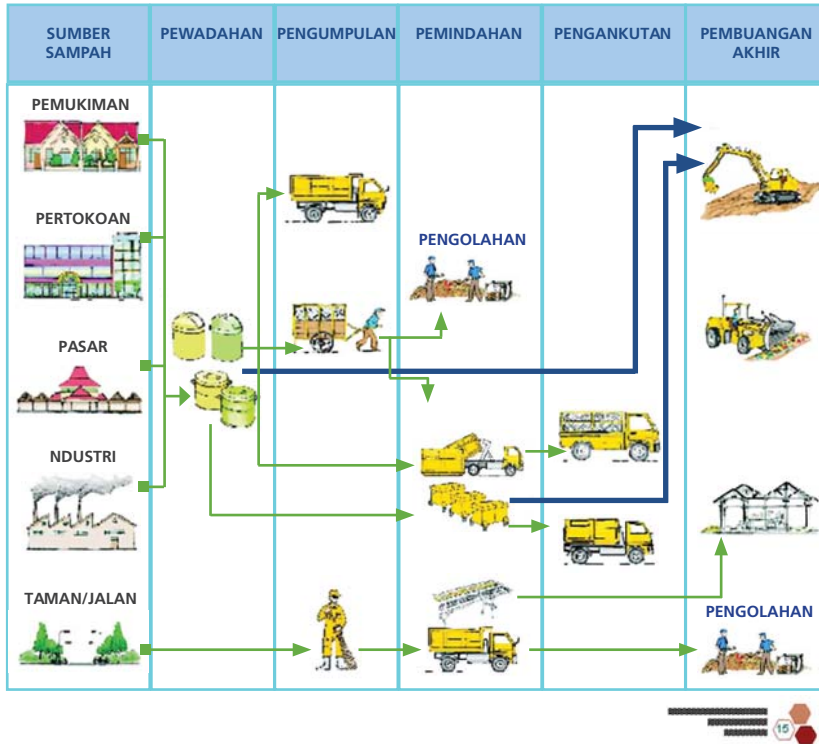
2.1.1 Kegiatan Dalam Pengelolaan Sampah

Pengelolaan sampah merupakan suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan dalam berbagai tahap, mulai dari sumber timbulnya sampah sampai dengan TPA. Lingkup kegiatan yang terkait dengan pengelolaan sampah antara lain:

- a. Pemilahan: dengan cara memisahkan sampah berdasarkan karakteristik jenis sampah atau limbah yang terbentuk agar memudahkan dalam pengelolaan selanjutnya.
- b. Pewadahan: dilakukan dengan mewadahi sampah berdasarkan jenisnya.
- c. Pengumpulan: merupakan proses pengelolaan sampah dengan cara mengumpulkan dari masing-masing sumber untuk diangkut ke tempat penampungan sementara atau ke pengolahan sampah skala kawasan atau langsung ke tempat pemrosesan akhir sampah.
- d. Pengangkutan: yaitu proses membawa sampah dari lokasi pemindahan atau dari sumber sampah secara langsung menuju TPA sampah.
- e. Pengolahan: kegiatan yang bertujuan untuk mengurangi volume sampah dan/atau mengurangi daya cemar sampah.
- f. Pemrosesan akhir: merupakan proses pengolahan sampah dengan cara pengurangan.

Secara umum pola pengelolaan sampah dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini:

Gambar 4. Pola operasional pengelolaan sampah perkotaan secara umum
POLA OPERASIONAL SECARA UMUM



Pada Gambar 4 terlihat bahwa konsep 3R dapat dilakukan di sumber sampah saat atau sebelum sampah tersebut dihasilkan, pada proses pemindahan dan pembuangan akhir. Pengelolaan terbaik untuk pengolahan sampah adalah pada titik sumber sampah dengan menerapkan konsep 3R tersebut, sehingga dapat mengurangi beban pada proses pengelolaan sampah berikutnya.

2.1.2 Permasalahan pada Aspek Pengelolaan Sampah di Indonesia

Pengelolaan sampah masih membutuhkan banyak penyempurnaan dalam berbagai aspek. Aspek teknis-teknologis sebagai salah satu ujung tombak dalam proses pengolahan sampah, masih membutuhkan berbagai intervensi. Sampah sebagai salah satu permasalahan yang harus ditangani di perkotaan, membutuhkan teknologi pengolahan yang mampu mereduksi volume sampah dan/atau daya cemar sampah dengan laju tinggi dan

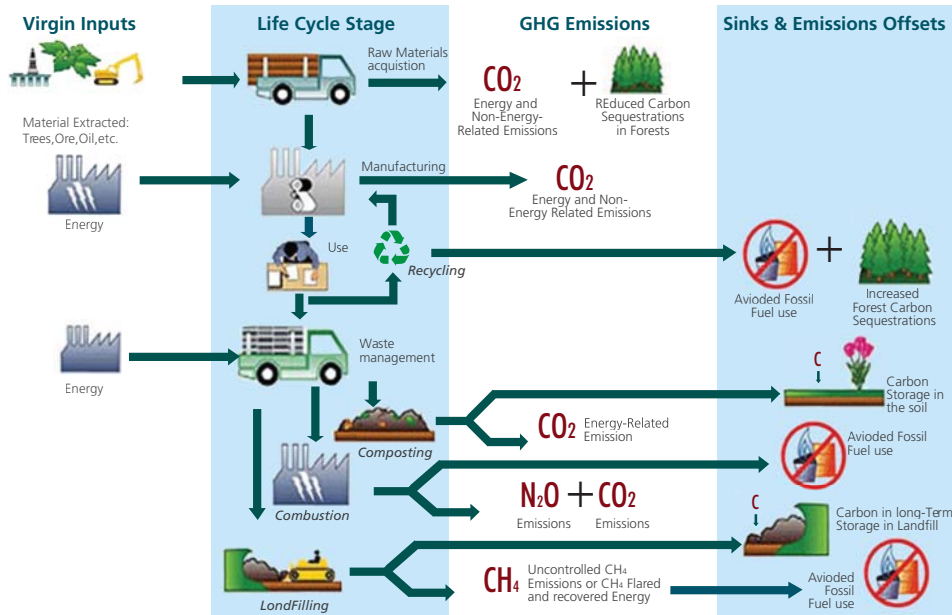
kebutuhan luas lahan yang minimal. Saat ini, proses lahan urug, baik proses lahan urug terkendali atau lahan urug saniter, masih menjadi proses utama yang digunakan untuk mengolah sampah. Akan tetapi, keterbatasan lahan di perkotaan, menjadi kendala utama dalam mengolah sampah dengan proses lahan urug tersebut. Selain itu, penempatan lahan untuk penerapan proses lahan urug, sangat rentan dengan konflik sosial. Oleh karenanya, proses dalam pemilihan teknologi sampah di perkotaan adalah berdasarkan pertimbangan tersebut. Meskipun infrastruktur pengolahan sampah, misalnya TPA dan TPS 3R (Tempat Pengolahan Sampah Terpadu dengan sistem 3R), telah dibangun secara lengkap dengan biaya yang tinggi, namun bila tidak dioperasikan sesuai dengan pedoman pengoperasian yang ada, maka fungsi infrastruktur tersebut tidak akan optimal dalam mereduksi emisi GRK.

Untuk dapat menerapkan teknologi tersebut, dibutuhkan aspek kelembagaan dan pendanaan yang memadai. Hal ini terkait dengan adanya kebutuhan biaya investasi dan biaya pengoperasian-pemeliharaan yang harus disediakan, serta dikelola oleh kelembagaan yang bersifat koordinatif dan sinergis. Selain itu, peran serta masyarakat untuk berpartisipasi dalam pengelolaan sampah, mutlak dibutuhkan, dengan didukung oleh penerapan aturan secara konsisten serta tegas. Dengan kombinasi tersebut, maka kebutuhan biaya investasi dan biaya pengoperasian-pemeliharaan infrastruktur persampahan dapat semakin ditekan.

2.1.3 Potensi Emisi GRK Sektor Sampah

Pada bagian sebelumnya telah dinyatakan bahwa proses pengelolaan sampah perkotaan akan menghasilkan emisi GRK. Gambar 5 memperlihatkan emisi GRK yang dihasilkan dari setiap alur proses pengelolaan sampah, dari mulai timbulan sampah sampai dengan tempat pembuangan akhir.

Gambar 5. Alur Sampah dan GRK yang Dihasilkan dari Tiap Proses



GRK yang dihasilkan dari proses pengelolaan sampah perkotaan didominasi oleh gas karbon dioksida (CO_2) dan gas metana (CH_4). Menurut penelitian gas metana mempunyai kekuatan sekitar 21 kali lebih kuat untuk menghasilkan efek rumah kaca dibandingkan dengan karbon dioksida, namun gas metana memiliki potensi lebih besar untuk dimanfaatkan, misalnya sebagai sumber energi. Untuk mengurangi efek rumah kaca dari sektor sampah, maka GRK yang dihasilkan harus diturunkan/ dimitigasi.

2.1.4 Konsep Program Pengelolaan Sampah

Kementerian Pekerjaan Umum (PU) mempunyai konsep program pengelolaan sampah yang terkait dengan pengurangan emisi GRK mulai dari perencanaan, lingkup programnya, sampai dampak yang dapat diberikan dengan adanya program tersebut. Secara lebih lengkap konsep tersebut dapat dilihat pada Gambar 6.

Gambar 6. Konsep Program Kementerian PU dalam Pengelolaan Emisi GRK Sektor Sampah



Gambar di atas menjelaskan bahwa program untuk pengelolaan sampah yang akan dilaksanakan oleh Kementerian PU berangkat dari UU 18/2008 mengenai pengelolaan sampah dan PP 81/2012 tentang pengelolaan sampah rumah tangga dan rumah sakit, dan didukung dengan peraturan yang terkait.

Program yang akan dibentuk ini akan didanai oleh Kementerian PU dan dimasukkan dalam APBN dalam bentuk dana stimulan untuk membantu Pemerintah Daerah dalam pengelolaan sampah, karena terkait dengan UU 32/2004 tentang Pemerintahan Daerah. Adapun program tersebut ditujukan untuk fasilitas TPS 3R, TPA sampah, FPSA (Fasilitas Pengolahan Sampah Antara), dan SPA (Stasiun Peralihan Antara). Fasilitas tersebut dapat difasilitasi oleh Kementerian PU dalam bentuk stimulan. Dalam pelaksanaannya, juga diiringi dengan bantuan teknis perencanaan, bantuan pendampingan, kelembagaan, kampanye dan edukasi, pengembangan peraturan dan pedoman teknis untuk mendukung keberhasilan program tersebut.

Diharapkan program mengenai pengelolaan sampah yang telah dirancang mampu mencegah terbentuknya emisi GRK dan penanganan emisi GRK dapat dilakukan dengan tepat, sehingga dapat berkontribusi dalam pencegahan perubahan iklim.

Menurut Peraturan Presiden 61/2011, kebijakan yang dilaksanakan untuk menunjang mitigasi GRK sektor sampah adalah sebagai berikut:

- Peningkatan kapasitas kelembagaan dan peraturan di daerah;
- Pengurangan timbulan sampah melalui kegiatan 3R;
- Perbaikan proses pengelolaan sampah di TPA sampah;
- Peningkatan/pembangunan/rehabilitasi TPA sampah;
- Pemanfaatan sampah menjadi produksi energi yang ramah lingkungan.

Sebagaimana disampaikan di bagian terdahulu, sekitar 90% dari GRK sektor sampah perkotaan dihasilkan dari TPA sampah. Dengan demikian aksi mitigasi yang dapat dilakukan sehubungan dengan emisi GRK dari TPA sampah menjadi sangat penting. Aksi-aksi mitigasi tersebut antara lain meliputi:

- Pemanfaatan gas dari TPA sampah sebagai sumber energi untuk pembangkit listrik atau sebagai sumber energi alternatif, seperti misalnya untuk memasak dan lain-lain.
- Perbaikan pengelolaan TPA sampah.
- Pengolahan sampah organik berbasis proses biologis aerobik dalam rangka mencegah terbentuknya gas metana atau proses biologis anaerobik untuk menangkap serta memanfaatkan gas yang terbentuk.

2.2 Limbah Cair Domestik (Air Limbah)

Hasil *World Summit on Sustainable Development*, Johannesburg, September 2002 menyimpulkan bahwa pada akhir tahun 2015, sekurang-kurangnya separuh jumlah penduduk dunia, harus sudah memperoleh akses pada fasilitas sanitasi yang memadai. Sementara itu, sampai dengan tahun 2000, penduduk Indonesia yang telah mempunyai akses terhadap sarana sanitasi dasar dan aman yaitu jamban yang dilengkapi cubluk atau tangki septik, baru mencapai 50,35% penduduk sehingga sisanya 49,65% belum mengolah air limbahnya.

Mencuatnya kasus pencemaran perairan, ikut mempengaruhi kualitas lingkungan dan kesehatan

masyarakat Indonesia. Selain itu, pengelolaan air limbah belum menempati prioritas utama, yang mampu mempengaruhi isu politik yang hangat dan menjual di Indonesia. Hal ini berimbas kepada alokasi penganggaran yang terbatas untuk sektor air limbah.

Beberapa fakta yang terjadi di Indonesia saat ini adalah:

- Untuk kegiatan domestik/rumah tangganya, setiap orang di Indonesia mengeluarkan air buangan rata-rata 100 liter/orang/hari, jika penduduk Indonesia saat ini berkisar 270 juta jiwa, maka potensi air limbah sebesar 27.000.000 m³/hari. Beban *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) dalam air limbah rumah tangga berkisar 40 gram/jiwa/hari, maka total potensi pencemaran BOD mencapai 10.800 ton/hari. Saat ini air limbah domestik yang telah terkelola sebesar 63 % (BPS, 2008), maka total air limbah yang belum terkelola sebesar 37 % atau setara 9.990.000 m³/hari dengan beban BOD sebesar 3.996 ton/hari, yang langsung masuk ke badan air penerima
- Sebesar 76,2 % sungai di Jawa, Sumatera, Bali, dan Sulawesi yang telah tercemar oleh BOD dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) (NAP, 2003). Studi menunjukkan bahwa sekitar 60% pencemaran di badan air/sungai tersebut bersumber dari kegiatan domestik (BPLHD Jabar, 2004)
- Sekitar 97,84% dari fasilitas sanitasi yang ada, menggunakan sistem setempat (*on-site system*) dan hanya 2,16% menggunakan sistem terpusat (*off-site system*) yang dilengkapi dengan perpipaan (*sewerage*). Sistem tersebut hanya terbatas di 11 (sebelas) kota besar dan metropolitan yaitu kota Bandung, Jakarta, Yogyakarta, Tangerang, Surakarta, Medan, Parapat, Balikpapan, Banjarmasin, Cirebon dan Denpasar. Selain itu, peningkatan jumlah sambungan rumah di kota-kota tersebut juga sangat lambat.
- Dampak kerugian ekonomi akibat sanitasi buruk (termasuk air limbah) pada tahun 1999/2000 mencapai Rp. 48,953 milyar/tahun (NAP, 2003), dan meningkat pada tahun 2007 menjadi Rp. 58 triliun (*Studi Economic Impacts of Sanitation in South East Asia*, WSP-EAP, 2007)
- Telaah empiris menunjukkan bahwa penurunan fasilitas pelayanan sanitasi setempat (*on-site*) sebesar

10% dapat meningkatkan kasus kematian balita sebesar 20 kasus per 1.000 kelahiran (Nomura, 1997). Sebaliknya, peningkatan 10% dari upaya pelayanan sanitasi dapat menurunkan kasus penyakit diare sebesar 6,37 kasus per 1.000 penduduk dan menurunkan kasus kematian bayi sebesar 17,9 kasus per 1.000 kelahiran. Sementara itu, peningkatan pelayanan air bersih sebesar 10% dapat menurunkan kasus kematian bayi sebesar 18,7 kasus per 1.000 kelahiran (Kimpraswil, 2003).

- Data yang dihimpun berdasarkan data olahan potensi desa (PODES) tahun 2008 menunjukkan penderita diare yang disebabkan karena sanitasi buruk mencapai 14,19% di perkotaan dan 83,41% penderita diare di perdesaan. Sedangkan angka meninggal akibat diare mencapai 19,37% di perkotaan dan 77,66% di perdesaan. Penyakit lain yang disebabkan oleh sanitasi buruk adalah demam berdarah (DB). Penderita penyakit DB di perkotaan mencapai 28,2% dan meninggal 31,16%, sedangkan di perdesaan penderita DB mencapai 70,01% dan meninggal karena DB 67,65%. Penyakit lain yang disebabkan karena buruknya pelayanan dan fasilitas sanitasi adalah penyakit Infeksi Saluran Pernafasan bagian Atas (ISPA), Malaria, Flu burung, tuberkulosis, dan penyakit lainnya.

2.2.1 Pengelolaan Air Limbah

Pengelolaan air limbah di Indonesia saat ini dilayani dengan 2 sistem, yaitu sistem setempat (*on site*), dan sistem terpusat (*off site*).

A. Sistem Setempat

Sistem setempat adalah sistem pengolahan air limbah di dekat dengan sumber air limbah. Penggunaan cubluk dan tangki septik banyak digunakan di Indonesia. Berdasarkan data Susenas, walaupun persentase rumah tangga yang memiliki tangki septik meningkat namun bukan berarti sarana tersebut sesuai standar. Tahun 2007, masyarakat yang membuang tinja ke kolam/sawah, sungai/danau/laut, lubang tanah, pantai/kebun, dan lainnya masih di atas 50 %. Ini menunjukkan masih perlunya kerja keras semua pihak untuk menyadarkan masyarakat akan pentingnya buang air besar (BAB) yang benar dan aman.

Statistik Kesra Tahun 2007 menyebutkan, secara nasional personal rumah tangga yang memiliki sendiri fasilitas tempat buang air besar sebesar 59,86%, rumah tangga memiliki bersama 1,95%, umum sebesar 4,33% dan tidak ada sebesar 22,85%.

Berdasarkan data olahan dari potensi desa (PODES) tahun 2008, diketahui bahwa kecenderungan perilaku pentingnya buang air besar (BAB) baik di perkotaan maupun di perdesaan memperlihatkan kecenderungan yang bervariasi. Dari data yang ada, BAB dengan kepemilikan Jamban sendiri di perkotaan mencapai 88,96% sedangkan di perdesaan mencapai 51,71%. Sedangkan status kepemilikan jamban bersama, dan umum memperlihatkan bahwa jumlah persentase di perdesaan menunjukkan angka yang lebih besar ketimbang di perkotaan. Urutan persentase di perdesaan memperlihatkan 4,86% dan 4,63%, sedangkan di perkotaan 2,72% dan 1,08%. Kategori lain adalah kategori bukan jamban, dimana angka ini memperlihatkan angka 38,80% untuk perdesaan dan 7,24% untuk perkotaan. Dengan demikian tingkat pelayanan sanitasi di Indonesia sampai dengan tahun 2008 adalah 25% terhadap tingkat pelayanan penduduk total.

B. Sistem Terpusat

Sistem terpusat adalah sistem pengolahan air limbah yang tidak dilakukan di dekat sumber tapi dilakukan secara terpusat di suatu lokasi. Pada kenyataannya penduduk yang terlayani *sewerage* belum merata. Air limbah permukiman merupakan salah satu sumber pencemar lingkungan yang harus dikelola dengan baik. Beberapa efek pengelolaan air limbah permukiman yang tidak baik adalah:

- Air limbah permukiman dapat menjadi tempat berkembang biaknya vektor penyakit bawaan air (diare) yang sampai saat ini masih menjadi penyebab dominan kematian balita.
- Air limbah permukiman dapat mengakibatkan penurunan kualitas badan air penerima (air permukaan dan air tanah).
- Rendahnya kualitas air sebagai air baku air minum mengakibatkan mahalnya biaya pengolahan air minum tersebut.

2.2.2 Permasalahan pada Aspek Pengelolaan Air Limbah di Indonesia

Air limbah masih belum memperoleh prioritas yang mendesak dalam pembangunan di tingkat Kabupaten/ Kota. Keterbatasan penempatan prioritas ini berdampak pada minimnya penanggaran dan kelembagaan yang menangani. Selain itu, partisipasi masyarakat untuk tidak melaksanakan BABS, juga masih terbatas, khususnya di wilayah perdesaan. Oleh karenanya, kampanye untuk mendukung sanitasi yang sehat, perlu untuk terus digaungkan dan ditegakkan melalui pengaturan yang tegas, sehingga baik Pemerintah Kabupaten/ Kota serta masyarakat akan berperan serta aktif untuk mendukungnya. Selain itu, teknologi pengolahan air limbah yang ada saat ini, harus diupayakan untuk dapat menjangkau sambungan rumah yang semakin tinggi.

2.2.3 Potensi Emisi GRK Sektor Air Limbah

Sebagaimana disampaikan pada bagian terdahulu, air limbah domestik merupakan salah satu sumber emisi GRK. Tabel di bawah memperlihatkan proses pengolahan air limbah, dan potensi emisi GRK yang dihasilkan dari proses tersebut.

Tabel 1. Pengolahan dan Pembuangan Limbah Cair, dan Potensi Emisi GRK

| Tipe Pengolahan dan pembuangan | | Potensi Emisi CH ₄ dan N ₂ O | | |
|--------------------------------|-------------|--|--|--|
| Collected | Untreated | Pembuangan di Sungai | <ul style="list-style-type: none"> • Stagnan, defisiensi Oksigen di sungai dan danau pada komposisi anaerobic menghasilkan CH₄ • Sungai, danau dan muara merupakan sumber N₂O. | |
| | | Saluran pembuangan (tertutup dan di bawah tanah) | Bukan sumber emisi CH ₄ dan N ₂ O | |
| | | Saluran Pembuangan Terbuka | Stagnan, Pengumpul terbuka dari sewer yang <i>overload</i> atau selokan/kanal merupakan sumber CH ₄ yang signifikan. | |
| | Treated | Pengolahan Aerobik | IPAL Aerobik terpusat | <ul style="list-style-type: none"> • Dapat menghasilkan CH₄ terbatas dari kantong anaerobik • Desain dan tata kelola sistem pengolahan aerobik yang buruk menghasilkan CH₄ • Reaktor dengan removal nutrisi (nitrifikasi dan denitrifikasi) merupakan sumber CH₄ |
| | | | Pengolahan lumpur anaerobik di dalam IPAL Terpusat | Lumpur dapat menjadi sumber CH ₄ yang signifikan jika emisi CH ₄ yang dihasilkan tidak ditangkap dan dibakar. |
| | | Pengolahan Anaerobik | Kolam aerobik dangkal | <ul style="list-style-type: none"> • Bukan merupakan sumber CH₄ dan N₂O • Desain dan tata kelola sistem pengolahan aerobik yang buruk menghasilkan CH₄ |
| | | | Anaerobik <i>lagoons</i> /kolam | <ul style="list-style-type: none"> • Merupakan sumber CH₄ • Bukan sumber N₂O |
| | | | Anaerobik <i>reactor</i> | Merupakan sumber CH ₄ yang signifikan jika emisi CH ₄ yang dihasilkan tidak ditangkap dan dibakar. |
| | Uncollected | Tangki Septik | Pengurasan lumpur secara teratur akan mengurangi produksi CH ₄ . | |
| Open Pits/Latrines | | Pits/latrine akan menghasilkan CH ₄ ketika temperatur dan waktu referensi memungkinkan. | | |
| Pembuangan langsung ke sungai | | Pits/latrine akan menghasilkan CH ₄ ketika temperatur dan waktu referensi memungkinkan. | | |

Menurut Peraturan Presiden 61/2011, kebijakan yang dilaksanakan untuk menunjang mitigasi GRK sektor air limbah adalah sebagai berikut:

- Peningkatan kapasitas kelembagaan dan peraturan di daerah (Peraturan Daerah);
- Pemanfaatan limbah menjadi produksi energi yang ramah lingkungan.



BAB 3

EMISI GAS RUMAH KACA SEKTOR LIMBAH

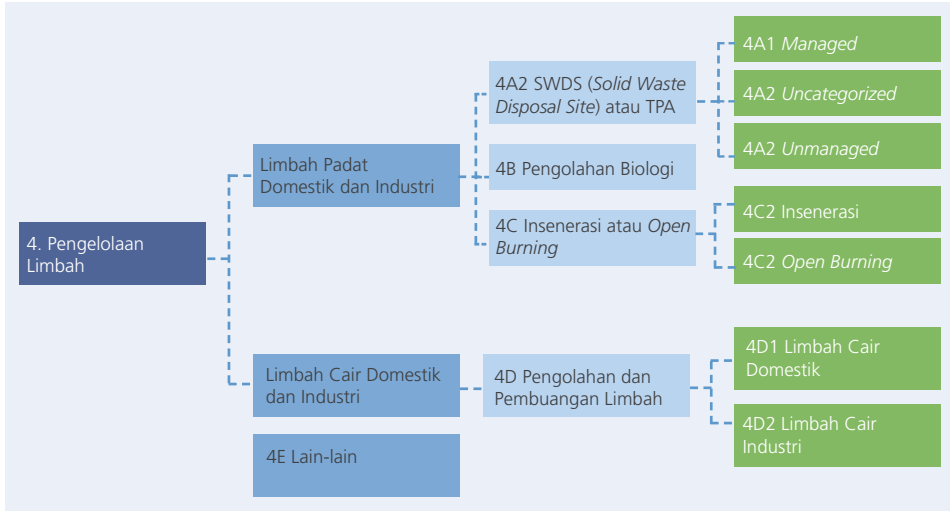
Walaupun sektor limbah bukanlah kontributor terbesar dalam emisi GRK nasional, namun pengurangan emisi GRK dalam sektor pengelolaan limbah tetap penting dilaksanakan oleh pemerintah di tingkat pusat maupun daerah karena terkait dengan perbaikan lingkungan dan peningkatan kesehatan masyarakat. Hal ini juga sejalan dengan Perpres 61/2011 yang menyatakan bahwa penurunan GRK dari sektor limbah merupakan salah satu dari lima bidang yang menjadi prioritas dalam penurunan emisi GRK di Indonesia. Limbah dapat dibagi menjadi beberapa kategori utama sesuai dengan jenis dan karakter serta cara pengaturan dan organisasi dalam menanganinya.

3.1 Kategori Sumber dan Jenis Emisi GRK

Sumber-sumber utama emisi GRK yang tercakup dalam inventarisasi emisi GRK dari kegiatan pengelolaan limbah mencakup kategori pengelolaan limbah berdasarkan IPCC *Guideline* 2006 seperti dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kategori Sumber Utama Emisi GRK dari Kegiatan Pengelolaan Limbah



Catatan: Penomoran “4” pada gambar sesuai dengan penomoran pada IPCC 2006 GLs

Secara Umum sumber utama GRK pengelolaan limbah dikategorikan sebagai:

1. Limbah Padat Domestik dan Industri
 - a. Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah
 - *Managed* SWDS, atau TPA sampah yang dikelola dengan baik/lahan urug terkendali dan lahan urug saniter
 - *Unmanaged* SWDS, atau TPA sampah yang tidak dikelola/pembuangan terbuka
 - *Uncategorized* SWDS, atau TPA sampah yang tidak dapat dikategorikan sebagai *managed* maupun *unmanaged* SWDS karena termasuk pada kualifikasi diantara keduanya
 - b. Pengolahan Limbah Padat secara Biologi
 - c. Insinerasi dan pembakaran terbuka
 - Insinerasi
 - Pembakaran terbuka
2. Limbah Cair
 - a. Pengolahan dan pembuangan limbah cair domestik
 - b. Pengolahan dan pembuangan limbah cair industri
3. Limbah lainnya
 - a. Limbah klinis dan B3
 - b. Limbah pertanian (tidak dihitung pada kategori ini tetapi pada AFOLU)

3.2 Emisi GRK Limbah Padat Domestik (Sampah)

Sampah timbul dari sisa proses produksi dan sisa pemakaian produk, baik dari aktifitas domestik/rumah tangga, pasar, pertokoan, penyapuan jalan dan taman atau, industri yang menghasilkan buangan padat sisa produksi (Damanhuri, 2004). Sumber sampah akan menghasilkan sejumlah sampah yang secara kuantitas disebut timbulan sampah. Timbulan sampah merupakan banyaknya sampah yang dapat dinyatakan dalam satuan berat ataupun volume. Jumlah dan komposisi sampah yang timbul dari berbagai provinsi di Indonesia sangat bervariasi dan tergantung pada aspek ekonomi, sosial, budaya dan gaya hidup masyarakat, peraturan, iklim, pengelolaan awal dari sampah, dan aktifitas daur ulang serta ukuran kota. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia, rata-rata timbulan sampah per kapita dapat dikategorikan menjadi:

- a. Timbulan sampah di kota besar/metropolitan sebesar 0,6 kg/orang/hari
- b. Timbulan sampah di kota sedang sebesar 0,5 kg/orang/hari
- c. Timbulan sampah di kota kecil sebesar 0,4 kg/orang/hari.

Berdasarkan sifat biologis dan kimianya, secara garis besar sampah dapat digolongkan menjadi:

1. Sampah yang dapat membusuk/organik dan,
2. Sampah yang tidak membusuk/anorganik.

Pengelompokkan sampah juga sering dilakukan berdasarkan komposisinya, yang dinyatakan dalam % berat (basah) atau % volume (basah). Komposisi sampah merupakan sebuah parameter yang mengindikasikan fraksi berat basah atau berat kering komponen fisik sampah. Berdasarkan SNI 19-3964-1994, komponen sampah diklasifikasikan menjadi 9 komponen, dan beberapa di antaranya mengandung bahan organik yang dapat terdegradasi sehingga berpotensi melepaskan emisi CH_4 selama proses degradasi berlangsung (IPCC 2006 GL). Komponen sampah tersebut adalah:

1. Sisa makanan, termasuk sampah dari berbagai makanan, sampah sayur dan buah;

2. Kertas, termasuk koran, cacahan kertas, tisu, diapers;
3. Kayu dan taman, termasuk furniture bekas, kayu limbah konstruksi, daun/ranting dari taman;
4. Tekstil dan produk tekstil;
5. Karet dan kulit;
6. Plastik;
7. Kaca;
8. Logam; dan
9. Lain – lain seperti tanah, abu, dsb.

Beberapa komposisi sampah (dalam % berat basah) di beberapa daerah di Indonesia terlihat dalam Tabel 2

Tabel 2. Beberapa Komposisi Sampah (dalam % berat basah) di Beberapa Daerah di Indonesia

| Komposisi Sampah | Palembang (Studi JICA 2011 FY) | Bandung | Data Kementerian Lingkungan Hidup, 2004 (Jawa Bag. Barat) | Jakarta | Studi JICA, (Jakarta, Surabaya, Medan, Makasar) | IPCC Tier 1 Untuk Asia Tenggara (2006 IPCC GL) | Sumatra Utara (Studi JICA SP3 2011 FY) |
|------------------|--------------------------------|---------|---|---------|---|--|--|
| Sisa makanan | 57,0% | 63,6% | 70,0% | 79,4% | 66,4% | 43,5% | 62,9% |
| Kertas/Kardus | 15,0% | 10,4% | 9,0% | 8,6% | 12,9% | 12,9% | 13,2% |
| Kayu & Taman | 5,0% | 0,0% | 0,0% | 0,8% | 0,0% | 9,9% | 4,75% |
| Tekstil | 3,0% | 0,0% | 2,0% | 0,8% | 0,8% | 2,7% | 3,26% |
| Karet/Kulit | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,4% | 0,0% | 0,9% | 0,54% |
| Plastik | 17,0% | 1,5% | 9,0% | 6,5% | 10,7% | 7,2% | 13,75% |
| Logam | 0,0% | 9,8% | 4,0% | 1,5% | 1,8% | 3,3% | 0,34% |
| Gelas | 1,0% | 1,7% | 1,0% | 1,5% | 1,3% | 4,0% | 0,95% |
| Lainnya | 2,0% | 13,1% | 5,0% | 0,7% | 6,2% | 15,6% | 0,29% |
| TOTAL | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Perhitungan emisi GRK dari sektor limbah dimaksudkan untuk mengestimasi emisi GRK utama yaitu CH₄ dan CO₂ serta beberapa GRK lainnya seperti N₂O, NO_x, CO dan NMVOCs, yang timbul dari berbagai proses dalam pengelolaan sampah sejak tahap pengumpulan sampah, pemindahan sampah sampai tahap pengolahan akhir.

Metode perhitungan emisi GRK dari sub sektor sampah, didasarkan pada pedoman yang diterbitkan oleh IPCC (2006). Metodologi dari IPCC memperkirakan emisi CH₄ dari TPA sampah didasarkan pada metode *First Order Decay* (FOD). Metode ini mengasumsikan bahwa *Degradable Organic Carbon* (DOC) meluruh secara perlahan sehingga CH₄ dan CO₂ terbentuk. Jika kondisi konstan, laju produksi CH₄ bergantung pada jumlah karbon yang tersedia pada limbah. Penggunaan metode FOD ini setidaknya

mempunyai data pembuangan minimal 50 tahun sebagai jangka waktu yang memberikan nilai yang akurat. Jika data yang digunakan kurang dari 50 tahun maka dibutuhkan persediaan data yang menunjukkan bahwa tidak adanya estimasi yang terlalu rendah (underestimate) terhadap emisi.

Untuk menghitung emisi CH_4 dari tempat pembuangan limbah padat dapat dilakukan dengan tiga tingkatan perhitungan, yaitu:

- **Tier 1**

Estimasi dengan Tier 1 didasarkan pada metode FOD menggunakan data aktivitas dan parameter yang default IPCC untuk Indonesia (Asia Tenggara);

- **Tier 2**

Perhitungan dengan menggunakan Tier 2 menggunakan metode FOD dan beberapa parameter yang default, tetapi membutuhkan kualitas data yang spesifik, baik data aktivitas di tempat pembuangan limbah serta sejarah di TPA sampah. Data TPA sampah selama 10 tahun atau lebih harus didasarkan pada data spesifik berupa statistik, survei, atau data dari sumber serupa lainnya. Data yang dibutuhkan adalah jumlah limbah yang dibuang ke tempat pembuangan;

- **Tier 3**

Metode Tier 3 didasarkan pada penggunaan kualitas data aktivitas yang baik dan spesifik dan menggunakan metode FOD dengan parameter kunci dan pengukuran berasal dari parameter khusus.

Mengingat masih terdapatnya berbagai keterbatasan terutama dalam penyediaan data spesifik berdasarkan kabupaten/kota masing-masing, maka perhitungan emisi GRK dalam penyusunan RAD-GRK menggunakan perhitungan pada Tier 1. Perhitungan emisi GRK pada setiap provinsi pada dasarnya merupakan kompilasi dari perhitungan pada masing-masing kabupaten/kota di wilayah provinsi yang bersangkutan. Karena itu maka perhitungannya didasarkan pada data-data yang mengacu pada batasan wilayah kabupaten/kota.

Secara lebih rinci, metodologi dalam perhitungan estimasi baseline emisi GRK untuk limbah padat domestik adalah sebagai berikut :

- a. Penentuan estimasi jumlah timbulan sampah; idealnya jumlah timbulan sampah rata-rata untuk setiap kabupaten/kota ditentukan berdasarkan survai yang dilakukan pada kabupaten/kota tersebut. Namun mengingat belum banyak kabupaten/kota yang memiliki data tersebut, jumlah timbulan sampah rata-rata dapat ditentukan berdasarkan ukuran kota yaitu 0,6 kg/orang/hari untuk kota besar atau metropolitan, 0,5 kg/orang/hari untuk kota sedang dan 0,4 kg/orang/hari untuk kota kecil (SNI 19-3964-1994 SK; SNI M-36-1991-03).
- b. Penentuan komposisi sampah pada masing-masing kabupaten/kota; sebagaimana halnya pada perhitungan jumlah timbulan sampah, data komposisi sampah pada tingkat kabupaten/kota juga masih sangat jarang tersedia. Untuk itu maka data komposisi sampah dapat menggunakan beberapa opsi yaitu data *default* IPCC (2006) atau menggunakan data komposisi sampah dari kota yang kurang lebih memiliki karakteristik yang sama. Beberapa kota di Indonesia yang memiliki data komposisi sampah adalah Palembang, Makassar, Medan, Jakarta, Surabaya, dan lain-lain.
- c. Penentuan data kependudukan; Jumlah dan pertumbuhan penduduk merupakan faktor yang esensial untuk melakukan proyeksi timbulan sampah dan estimasi emisi GRK sampai periode waktu tertentu. Jumlah penduduk kabupaten/kota ditentukan dari data yang terdapat pada Badan Statistik Provinsi atau kabupaten/kota terkait. Adapun tingkat pertumbuhan penduduk diambil dari rata-rata pertumbuhan penduduk historis untuk rentang waktu yang cukup lama (10 tahun terakhir). Berdasarkan data yang didapat, proyeksi jumlah penduduk sampai dengan akhir tahun proyeksi dapat diketahui. Ketidakcermatan dalam menentukan tingkat pertumbuhan penduduk akan berakibat pada tidak validnya perhitungan proyeksi yang dilakukan.
- d. Setelah proyeksi jumlah penduduk diketahui maka proyeksi timbulan sampah dari awal tahun proyeksi sampai akhir tahun proyeksi (2010-2020) dapat dihitung.
- e. Langkah berikutnya adalah menentukan cakupan pelayanan Dinas Kebersihan, Dinas PU atau instansi pengelola sampah lainnya di kabupaten/kota dalam mengelola sampah. Secara umum cakupan ini digambarkan dengan menentukan proporsi sampah

yang diangkut ke TPA sampah. Sampah yang tidak diangkut ke TPA sampah diasumsikan sebagian diolah dengan cara dikompos dan sebagian lagi dibiarkan terhampar di sembarang tempat atau dibakar secara terbuka.

- f. Setelah estimasi persentase sampah ditentukan berdasarkan jenis pengelolaannya yaitu 1) sampah yang terangkut ke TPA sampah, 2) sampah diolah setempat (proses pemilahan atau proses biologis) dan 3) sampah tidak terangkut (terhampar dan dibakar langsung).
- g. Pada dasarnya emisi GRK yang diperkirakan pada RAD-GRK untuk sektor sampah domestik bersumber dari;
 - i) Aktifitas pengurangan sampah di TPA;
 - ii) Aktifitas pengolahan sampah dengan proses pembakaran langsung oleh masyarakat (*open burning*) dan insinerator;
 - iii) Aktifitas pengolahan sampah dengan proses biologis;
- h. Untuk mengetahui emisi GRK dari sampah yang terangkut ke TPA sampah, maka jenis konstruksi dan pengoperasian TPA sampah eksisting di masing-masing kabupaten/kota harus diketahui tipenya. Tipe TPA dapat dikategorikan menjadi 5 jenis yaitu *unmanaged deep* (proses pembuangan terbuka dengan kedalaman urugan sampah lebih dari 5 meter), *unmanaged shallow* (proses pembuangan terbuka dengan kedalaman urugan sampah kurang dari 5 meter), *managed sanitary landfill*, dan *managed semi aerobic* serta *uncategorized*.
- i. Perhitungan emisi GRK dilakukan dengan memasukkan data-data di atas ke dalam *spreadsheet* IPCC *Guidelines* (2006). Dengan menggunakan *first order decay method*, estimasi GRK dari TPA sampah akan didapat. Adapun untuk emisi GRK dari aktifitas *open burning* sampah oleh masyarakat, didapat dengan memasukkan parameter jumlah populasi dan fraksi populasi yang melakukan aktifitas tersebut. Satu hal yang harus dipastikan sebelum menggunakan *spreadsheet* IPCC adalah menentukan *country* dan *region* yaitu Indonesia dan South-east Asia. Dengan menggunakan *spreadsheet* ini, nilai emisi gas metana dapat dihitung.

3.3 Emisi GRK Limbah Cair Domestik (Air Limbah)

Air limbah dapat menjadi sumber gas metana ketika diolah secara anaerobik atau dibuang tanpa pengolahan terlebih dahulu. Air limbah dapat juga merupakan sumber emisi gas nitrogen oksida (N_2O), sebagai salah satu GRK. Emisi karbon dioksida (CO_2) dari air limbah tidak diperhitungkan dalam IPCC Guidelines karena air limbah merupakan zat *biogenic* dan tidak dimasukkan dalam total emisi nasional.

Sumber emisi GRK dari air limbah yang diperhitungkan meliputi :

- Aktifitas pembuangan air limbah domestik secara *on-site*;
- Aktifitas pembuangan langsung ke badan air;
- Aktifitas pembuangan air di *sewerage* (saluran pembuangan/terpusat);
- Aktifitas pengolahan lumpur di IPAL domestik.

Secara lebih rinci, metodologi dalam perhitungan estimasi baseline emisi GRK untuk air limbah adalah sebagai berikut :

- a. Penentuan data kependudukan; Jumlah dan pertumbuhan penduduk merupakan faktor yang esensial untuk melakukan proyeksi timbulan sampah dan estimasi emisi GRK sampai periode waktu tertentu. Jumlah penduduk kabupaten/kota ditentukan dari data yang terdapat pada Badan Statistik Provinsi atau kabupaten/kota terkait. Adapun tingkat pertumbuhan penduduk diambil dari rata-rata pertumbuhan penduduk historis untuk rentang waktu yang cukup lama (10 tahun terakhir). Berdasarkan data yang didapat, proyeksi jumlah penduduk sampai dengan akhir tahun proyeksi dapat diketahui. Ketidakcermatan dalam menentukan tingkat pertumbuhan penduduk akan berakibat pada tidak validnya perhitungan proyeksi yang dilakukan.
- b. Penentuan fraksi masyarakat yang tinggal di perkotaan dan perdesaan pada masing-masing wilayah kabupaten/kota. Kategori yang digunakan adalah sebagai berikut :
 - i) Masyarakat yang tinggal di perdesaan;
 - ii) Masyarakat yang tinggal di perkotaan dengan tingkat pendapatan tinggi;

iii) Masyarakat yang tinggal di perkotaan dengan tingkat pendapatan rendah.

Idealnya data ini didapat dari masing-masing kabupaten/kota. Namun apabila data tidak tersedia maka dapat menggunakan data *default* nasional, yaitu 0,54 untuk masyarakat yang tinggal di perdesaan, 0,12 untuk masyarakat perkotaan dengan pendapatan tinggi dan 0,34 untuk masyarakat perkotaan dengan pendapatan rendah.

- c. Tentukan fraksi masyarakat pada tiga kategori di atas yang menggunakan tipe fasilitas pengolahan limbah cair domestik sebagai berikut :
- i) Tangki septik
 - ii) Latrine (cubluk)
 - iii) *Sewerage* (pengolahan terpusat)
 - iv) Jenis pengolahan lainnya
 - v) Tidak melakukan pengolahan air limbahnya.
- d. Dengan memasukkan data-data tersebut pada *spreadsheet* IPCC Guidelines (2006), emisi GRK dari air limbah dapat dihitung.

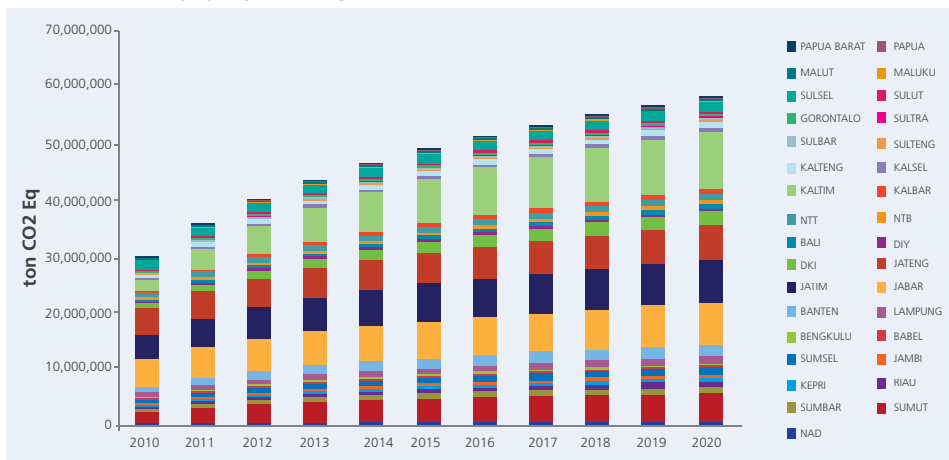
Untuk mengurangi emisi GRK dari sektor limbah diperlukan berbagai upaya mitigasi yang dilakukan secara terintegrasi baik di tingkat nasional maupun di tingkat kabupaten/kota. Untuk itu maka pada tahun 2011 Pemerintah menerbitkan Peraturan Presiden 61/2011 tentang Rencana Aksi Nasional Pengurangan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK). Setelah itu pada tahun 2012, seluruh pemerintah provinsi di Indonesia menerbitkan Peraturan Gubernur tentang Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAD-GRK).

Sementara itu dalam rangka pengurangan emisi GRK di daerah, pemerintah provinsi menyusun RAD-GRK. Berdasarkan kompilasi RAD-GRK tiap provinsi, estimasi potensi emisi GRK dari limbah domestik adalah sebesar 29,8 juta ton CO_{2(eq)} di tahun 2010 dan 58 juta ton CO_{2(eq)} di tahun 2020.

Hasil perhitungan ini berbeda dengan perhitungan dalam dokumen SNC (2010). Hal tersebut terjadi karena sumber data yang digunakan berbeda. Perhitungan pada SNC (2010) dilakukan dengan menggunakan data yang terdapat di tingkat pemerintah pusat. Sementara itu perhitungan emisi GRK yang dilakukan dalam rangka

penyusunan RAD-GRK dilakukan berdasarkan data yang diberikan oleh seluruh pemerintah provinsi dengan mencakup seluruh kabupaten/kota di Indonesia. Data-data tersebut mencakup data jumlah penduduk dan proyeksinya; timbulan dan komposisi sampah kabupaten/kota; cakupan pelayanan penanganan sampah; jenis penanganan sampah dan perkiraan proporsinya; jenis pengelolaan TPA serta estimasi kondisi eksisting TPA; perkiraan proporsi tingkat sosial ekonomi masyarakat; perkiraan proporsi jenis pengelolaan air limbah yang digunakan oleh masyarakat. Distribusi potensi emisi GRK setiap provinsi dapat dilihat pada Gambar 8 di bawah ini.

Gambar 8. Emisi GRK BAU Baseline Sektor Limbah Berdasarkan Kompilasi Dokumen RAD-GRK



(Sumber: Potret RAD-GRK, 2013)



STOK
PLASTIK
(KRS, PVC, HD, BLM, DLL)

POLLARD GARD

BREKOR
SAYURAN
100% ADONIS

MEDICATED
511-BR
MPLIT BUTIR
(STARTER)
SUBRAY



BAB 4

CONTOH PERHITUNGAN BAU BASELINE EMISI GRK SEKTOR PENGELOLAAN LIMBAH

Setelah di bab sebelumnya dipaparkan tentang sumber emisi GRK beserta metode perhitungan dari sektor pengelolaan limbah, untuk memperkuat pengertian mengenai cara perhitungan tersebut maka pada bab ini diberikan contoh perhitungan BAU Baseline dari emisi GRK sektor limbah. Sebagai contoh, disajikan 2 perhitungan BAU Baseline, yaitu perhitungan untuk Provinsi Sumatera Selatan dan Kalimantan Barat.

Untuk perhitungan emisi GRK limbah padat domestik, data persampahan yang perlu dikumpulkan meliputi;

1. Data TPA sampah, melingkupi;
 - a. Karakter fisik TPA sampah; luas, kedalaman urugan dan muka air tanah.
 - b. Sistem pengoperasian TPA; pembuangan terbuka (*open dumping*), lahan urug terkendali (*controlled landfill*), atau lahan urug saniter (*sanitary landfill*).
2. Profil daerah. Data ini bisa didapat dari Biro Pusat Statistik, misalnya Palembang dalam Angka 2011 dan Pontianak dalam Angka 2011
3. Timbulan dan komposisi sampah domestik dalam liter/orang/hari dan kg/orang/hari. Pada kasus tidak terdapat data timbulan ini, dapat diambil data timbulan pada SNI 19-3964-1994 SK.SNI M-36-1991-03 sesuai dengan kategori kota/kabupatennya.
4. Komposisi dan dry matter content sampah diambil dari survai yang dilakukan JICA SP3 pada rentang 2011 – 2012.

5. Jumlah dan atau persentase sampah masuk ke TPA sampah.
6. Kondisi eksisting sistem persampahan, termasuk jumlah sampah yang diangkut ke TPA sampah. Misal dari Buku Putih yang dikeluarkan oleh Kabupaten/Kota tersebut dan laporan kantor pengelola TPA sampah.
7. Peraturan daerah, kelembagaan dan pendanaan terkait pengelolaan sampah.
8. RPJMD, Renstra dan Master Plan terkait sektor sampah.
9. Persentase pembakaran terbuka (*open burning*) sampah oleh masyarakat.
10. Pengumpulan data 3R/daur ulang sampah *on-site*, skala kawasan, skala kota (proses biologis aerobik atau anaerobik).

Emisi GRK dari TPA dan *open burning* diestimasi dengan metode *first order decay* (FOD Method) menggunakan IPCC GL 2006. Parameter-parameter yang diperlukan antara lain:

- a. Komposisi dan *dry matter content* sampah
- b. Tipe zona timbunan sampah
- c. Jumlah penduduk (tabel 3)
- d. Timbulan sampah

Adapun untuk perhitungan emisi GRK limbah cair domestik, dikarenakan belum terdapat sistem penyaluran air limbah dengan sistem terpusat (*sewerage*) di Provinsi Sumatera Selatan dan Kalimantan Barat, maka sumber emisi GRK untuk air limbah di kedua provinsi tersebut hanya bersumber dari pembuangan dan pengolahan setempat/*uncollected*, melingkupi;

- a. Aktifitas pengolahan di tanki septik,
- b. Aktifitas pengolahan di cubluk/*pit-latrine*,
- c. Aktifitas pembuangan langsung ke sungai.

Data air limbah yang perlu dikumpulkan meliputi;

1. Pengumpulan data BOD air limbah domestik.
2. Pengumpulan data *sewerage* dan IPAL domestik, baik eksisting maupun rencana. Data juga melingkupi kapasitas dan sistem pengolahan.
3. Pengumpulan data pengolahan air limbah domestik *on-site*; *septic tank* dan *pit-latrine*, atau lainnya.
4. Pengumpulan peraturan daerah, kelembagaan dan

- pendanaan terkait pengelolaan air limbah.
5. Pengumpulan dokumen Rencana Induk Sistem Pengelolaan Air Limbah.
 6. Pengumpulan dokumen *Master Plan/Outline Plan* Air limbah.

4.1 Perhitungan BAU Baseline Provinsi Sumatera Selatan

4.1.1 Limbah Padat Domestik

Untuk mengestimasi volume sampah di provinsi Sumatera Selatan pada tahun 2010 dan memproyeksikannya sampai dengan tahun 2020, diperlukan data timbulan, jumlah dan pertumbuhan penduduk pada tahun 2010. Estimasi tersebut didasarkan pada hasil survei timbulan sampah kota Palembang pada tahun 2008 sebesar 0,37 kg/jiwa/hari dan standar yang ditetapkan kementerian PU, yaitu (a) 0,6 kg/jiwa/hari untuk kota besar, (b) 0,5 kg/jiwa/hari untuk kota sedang dan (c) 0,4 kg/jiwa/hari untuk kota kecil/kabupaten. Setelah dilakukan perhitungan maka perkiraan timbulan sampah total Sumatera Selatan pada tahun 2010 sebagai tahun awal perhitungan emisi sebesar 1.239 Gg.

Jumlah dan pertumbuhan penduduk diperkirakan berdasarkan data statistik kependudukan dari Biro Pusat Statistik Provinsi Sumatera Selatan. Selanjutnya prediksi volume sampah 2010 dan proyeksi sampai dengan 2020 dapat dihitung sebagaimana disajikan pada tabel 3. Pada tahun 2010, jumlah penduduk Sumatera Selatan adalah sejumlah 7,45 juta jiwa dan akan terus meningkat sampai mendekati 9 juta jiwa pada tahun 2020 (lihat tabel 3). Kota dengan penduduk terbanyak adalah Kota Palembang, sejumlah hampir 1,5 juta jiwa, dan yang memiliki penduduk paling sedikit adalah Kabupaten Empat Lawang sebanyak 221 ribu jiwa. Pertumbuhan penduduk tertinggi diperkirakan terjadi di Kabupaten Musi Banyuasin, sebuah daerah penghasil migas sekaligus dilalui jalan lintas timur Sumatera, sedangkan terendah pada Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan, sebuah daerah di ujung Bukit Barisan yang merupakan pecahan dari Kabupaten Ogan Komering Ulu. Volume sampah diperkirakan meningkat s.d 1.493 Gg per tahun pada 2020, dengan 380 Gg diantaranya berada di Kota Palembang.

Selain data volume sampah, data komposisi dan karakteristik sampah merupakan komponen yang penting dalam estimasi GRK sektor sampah. Tabel 4 menyajikan komposisi dan *dry matter content* sampah Provinsi Sumatera Selatan yang didapat dari kegiatan JICA SP3 pada tahun 2011 di Palembang dan Ogan Ilir. Komponen sisa makanan mendominasi sebesar 58,85% (% berat basah) dengan *dry matter content* sebesar 23,34%. Komponen plastik sebesar 18,75% (% berat basah) dengan *dry matter content* sebesar 78,21% dan kertas sebesar 14,99% (% berat basah) dengan *dry matter content* sebesar 52,33%. Komponen lain tidak ditemukan secara signifikan. Untuk mengkonversi volume sampah dari satuan massa ke satuan volume atau sebaliknya, digunakan densitas sampah sebesar 0,347 ton/m³ (Survai JICA SP3 FY).

Gambar 9. Pengukuran Densitas Sampah



Tabel 3. Prediksi Jumlah Penduduk Provinsi Sumatera Selatan tahun 2010 dan Proyeksinya s.d 2020

| No. | Kota / Kabupaten | Pertumbuhan Penduduk | Tahun | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|
| | | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 1 | Ogan Komering Ulu | 3,04% | 324.045 | 333.896 | 344.046 | 354.505 | 365.282 | 376.387 | 387.829 | 399.619 | 411.768 | 424.285 | 437.184 | |
| 2 | Ogan Komering Ilir | 2,01% | 727.376 | 741.996 | 756.910 | 772.124 | 787.644 | 803.476 | 819.625 | 836.100 | 852.906 | 870.049 | 887.537 | |
| 3 | Muara Enim | 2,00% | 716.676 | 731.010 | 745.630 | 760.542 | 775.753 | 791.268 | 807.094 | 823.235 | 839.700 | 856.494 | 873.624 | |
| 4 | L a h a t | 1,22% | 369.974 | 374.488 | 379.056 | 383.681 | 388.362 | 393.100 | 397.896 | 402.750 | 407.664 | 412.637 | 417.671 | |
| 5 | Musi Rawas | 1,88% | 525.508 | 535.388 | 545.453 | 555.707 | 566.155 | 576.798 | 587.642 | 598.690 | 609.945 | 621.412 | 633.095 | |
| 6 | Musi Banyuasin | 3,25% | 561.458 | 579.705 | 598.546 | 617.999 | 638.084 | 658.821 | 680.233 | 702.340 | 725.167 | 748.734 | 773.068 | |
| 7 | Banyuasin | 1,62% | 750.110 | 762.262 | 774.610 | 787.159 | 799.911 | 812.870 | 826.038 | 839.420 | 853.019 | 866.837 | 880.880 | |
| 8 | OKU Selatan | 0,62% | 318.428 | 320.402 | 322.389 | 324.388 | 326.399 | 328.422 | 330.459 | 332.507 | 334.569 | 336.643 | 338.731 | |
| 9 | OKU Timur | 1,53% | 609.982 | 619.315 | 628.790 | 638.411 | 648.178 | 658.096 | 668.164 | 678.387 | 688.767 | 699.305 | 710.004 | |
| 10 | Ogan Ilir | 1,62% | 380.904 | 387.075 | 393.345 | 399.717 | 406.193 | 412.773 | 419.460 | 426.255 | 433.161 | 440.178 | 447.309 | |
| 11 | Empat Lawang | 0,74% | 221.176 | 222.813 | 224.462 | 226.123 | 227.796 | 229.482 | 231.180 | 232.890 | 234.614 | 236.350 | 238.099 | |
| 12 | Palembang | 1,78% | 1.455.284 | 1.481.188 | 1.507.553 | 1.534.388 | 1.561.700 | 1.589.498 | 1.617.791 | 1.646.588 | 1.675.897 | 1.705.728 | 1.736.090 | |
| 13 | Prabumulih | 2,95% | 161.984 | 166.763 | 171.682 | 176.747 | 181.961 | 187.329 | 192.855 | 198.544 | 204.401 | 210.431 | 216.638 | |
| 14 | Pagar Alam | 1,21% | 126.181 | 127.708 | 129.253 | 130.817 | 132.400 | 134.002 | 135.623 | 137.264 | 138.925 | 140.606 | 142.308 | |
| 15 | Lubuk Linggau | 2,30% | 201.308 | 205.938 | 210.675 | 215.520 | 220.477 | 225.548 | 230.736 | 236.043 | 241.472 | 247.025 | 252.707 | |
| | Σ Penduduk Total | | 7.450.394 | 7.589.945 | 7.732.401 | 7.877.828 | 8.026.294 | 8.177.869 | 8.332.625 | 8.490.634 | 8.651.972 | 8.816.716 | 8.984.945 | |

Tabel 4. Komposisi dan *Dry Matter Content* Sampah Domestik Provinsi Sumatera Selatan

| No. | Komponen Sampah | Komposisi sampah (% Berat Basah) | Dry Matter Content (%) |
|-----|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------|
| 1 | Sisa Makanan | 58,85% | 23,34% |
| 2 | Kertas, Karton dan Nappies | 14,99% | 52,33% |
| 3 | Kayu dan Sampah Taman | 3,36% | 53,61% |
| 4 | Kain dan Produk Tekstil | 1,80% | 55,45% |
| 5 | Karet dan Kulit | 0,34% | 90,31% |
| 6 | Plastik | 18,79% | 78,21% |
| 7 | Logam | 0,40% | 100,00% |
| 8 | Gelas | 1,05% | 93,44% |
| 9 | Lain – lain | 0,42% | 88,61% |
| | Total | 100,00% | - |

Suatu panduan telah disusun oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) untuk program *National Green House Gas Inventory* pada tahun 2006. Berdasarkan IPCC 2006 GL, tingkat emisi GRK dari SWDS ditentukan dengan metode *first order decay* (FOD). Berdasarkan metode ini, total emisi gas metana pada tahun T adalah total gas metana yang dihasilkan pada tahun T dikoreksi dengan besarnya gas metana yang dimanfaatkan atau dibakar (Tim ITB, 2012). Persamaan estimasi GRK digunakan untuk menentukan tingkat emisi CH₄ dari SWDS, yaitu:

CH₄ Emissions T, Ggram = $[\sum_x \text{CH}_4 \text{generated}_{x,T} - R_T] * (1 - \text{OX}_T)$, dengan;

- CH₄ Emissions T = emisi pada tahun T,
- $\sum_x \text{CH}_4 \text{generated}_{x,T}$ = Jumlah dari potensi emisi pada tahun T dari berbagai komponen sampah,
- R_T = banyaknya CH₄ yang direcovery untuk dimanfaatkan atau dibakar dan,
- OX_T = Faktor Oksidasi.

Sementara itu gas metan yang dihasilkan pada proses dekomposisi sampah dihitung berdasarkan persamaan – persamaan berikut:

- $\text{CH}_4 \text{generated}_T = \text{DDOCmdecomp}_T * F * 16/12$
- $\text{DDOCmdecomp}_T = \text{DDOCma}_T - 1 * (1 - e^{-k})$
- $\text{DDOCma}_T = \text{DDOCmd}_T + (\text{DDOCma}_T - 1 - e^{-k})$
- $\text{DDOCm} = W * \text{DOC} * \text{DOCf} * \text{MCF}$
dengan;
- DDOCm = massa DOC tersimpan di SWDS yang

- dapat terdekomposisi, Gg
- $DDOCm_{decomp_T} = DDOCm$ pada tahun T, Ggram
- $DDOCm_{a_T} = DDOCm$ yang terakumulasi di SWDS pada akhir tahun T, Gg
- $DDOCm_{d_T} = DDOCm$ yang disimpan di SWDS pada tahun T, Gg
- F = Fraksi (%volume) CH_4 pada gas yang ditimbulkan,
- W = Massa sampah yang tersimpan di SWDS, Gg
- DOC = DOC pada tahun penyimpanan, fraksi (Ggram C/Ggram sampah)
- $DOC_f =$ Fraksi DOC yang dapat terdekomposisi
- MCF = Faktor koreksi (dekomposisi aerobik) di tahun penyimpanan, fraksi

Adapun emisi dari aktifitas pembuangan terbuka (open burning) dihitung dengan menjumlahkan emisi CO_2 , emisi CH_4 dan emisi N_2O yang dihasilkan.

- Fossil CO_2 Emissions = Total Amount of Waste open-burned x Dry Matter Content x Fraction of Carbon in Dry Matter x Fraction of Fossil Carbon in Total Carbon x Oxidation Factor x Conversion Factor
- Methane Emissions = Total Amount of Waste Open-burned (Wet Weight) x Methane Emission Factor
- Nitrous Oxide Emissions = Total Amount of Waste Open-burned (Wet Weight) x Nitrous Oxide Emission Factor

Tabel 5. Estimasi dan Proyeksi Volume Sampah Provinsi Sumatera Selatan Tahunan (2010-2020)

| No. | Kota / Kabupaten | Timbulan (kg/jiwa/hr) | Volume Sampah (Gg) | | | | | | | | | | |
|-----|------------------|-----------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 1 | OKU | 0,4 | 47 | 49 | 50 | 52 | 53 | 55 | 57 | 58 | 60 | 62 | 64 |
| 2 | OKI | 0,4 | 106 | 108 | 111 | 113 | 115 | 117 | 120 | 122 | 125 | 127 | 130 |
| 3 | Muara Enim | 0,4 | 105 | 107 | 109 | 111 | 113 | 116 | 118 | 120 | 123 | 125 | 128 |
| 4 | L a h a t | 0,4 | 54 | 55 | 55 | 56 | 57 | 57 | 58 | 59 | 60 | 60 | 61 |
| 5 | Musi Rawas | 0,4 | 77 | 78 | 80 | 81 | 83 | 84 | 86 | 87 | 89 | 91 | 92 |
| 6 | Musi Banyuasin | 0,4 | 82 | 85 | 87 | 90 | 93 | 96 | 99 | 103 | 106 | 109 | 113 |
| 7 | Banyuasin | 0,5 | 137 | 139 | 141 | 144 | 146 | 148 | 151 | 153 | 156 | 158 | 161 |
| 8 | OKU Selatan | 0,4 | 46 | 47 | 47 | 47 | 48 | 48 | 48 | 49 | 49 | 49 | 49 |
| 9 | OKU Timur | 0,4 | 89 | 90 | 92 | 93 | 95 | 96 | 98 | 99 | 101 | 102 | 104 |
| 10 | Ogan Ilir | 0,4 | 56 | 57 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 |
| 11 | Empat Lawang | 0,4 | 32 | 33 | 33 | 33 | 33 | 34 | 34 | 34 | 34 | 35 | 35 |
| 12 | Palembang | 0,6 | 319 | 324 | 330 | 336 | 342 | 348 | 354 | 361 | 367 | 374 | 380 |
| 13 | Prabumulih | 0,5 | 30 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 40 |
| 14 | Pagar Alam | 0,5 | 23 | 23 | 24 | 24 | 24 | 24 | 25 | 25 | 25 | 26 | 26 |
| 15 | Lubuk Linggau | 0,5 | 37 | 38 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 |
| | Σ Sampah Total | | 1.239 | 1.262 | 1.286 | 1.310 | 1.335 | 1.360 | 1.385 | 1.411 | 1.438 | 1.465 | 1.493 |

4.1.1.1 Emisi dari *Open Dumping: Un-managed Deep dan Un-categorized*

Tidak semua sampah di Provinsi Sumatera Selatan diangkut ke TPA sampah namun sebagian tidak terangkut, sebagian terolah baik pada skala sumber, baik skala kawasan maupun skala kota. Untuk sampah tidak terangkut, sebagian besar terhampar di TPS, TPA sampah ilegal, pinggir sungai, pinggir jalan dan halaman warga. Sebagian lainnya, untuk sampah tidak terangkut dibakar secara langsung oleh masyarakat (*open burning*). Distribusi pengelolaan sampah domestik di Provinsi Sumatera Selatan disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Aktifitas Pengangkutan, Pembuangan Sampah Sembarangan, Komposting dan *Open Burning* (2010)

| No. | Kota / Kabupaten | Estimasi Sampah | Volume Sampah | Volume Sampah | Sampah Tidak Terangkut (Gg) | |
|-------------------------|--------------------|-------------------|----------------|---------------|-----------------------------|---------------------|
| | | Total (Gg) | Terangkut (Gg) | Terolah (Gg) | Terhampar | <i>Open Burning</i> |
| 1 | Ogan Komering Ulu | 47,3 | 4,7 | 0,0 | 34,1 | 8,5 |
| 2 | Ogan Komering Ilir | 106,2 | 10,6 | 0,2 | 76,3 | 19,1 |
| 3 | Muara Enim | 104,6 | 10,5 | 4,7 | 71,6 | 17,9 |
| 4 | L a h a t | 54,0 | 5,4 | 0,8 | 38,3 | 9,6 |
| 5 | Musi Rawas | 76,7 | 7,7 | 0,0 | 55,2 | 13,8 |
| 6 | Musi Banyuasin | 82,0 | 8,5 | 0,0 | 58,8 | 14,7 |
| 7 | Banyuasin | 136,9 | 13,7 | 0,0 | 98,6 | 24,6 |
| 8 | OKU Selatan | 46,5 | 5,1 | 0,0 | 33,1 | 8,3 |
| 9 | OKU Timur | 89,1 | 8,9 | 0,0 | 64,1 | 16,0 |
| 10 | Ogan Ilir | 55,6 | 5,6 | 0,0 | 40,0 | 10,0 |
| 11 | Empat Lawang | 32,3 | 3,2 | 0,0 | 23,3 | 5,8 |
| 12 | Palembang | 318,7 | 251,9 | 10,1 | 45,4 | 11,4 |
| 13 | Prabumulih | 29,6 | 20,7 | 1,2 | 6,1 | 1,5 |
| 14 | Pagar Alam | 23,0 | 11,7 | 0,6 | 8,5 | 2,1 |
| 15 | Lubuk Linggau | 36,7 | 21,0 | 1,5 | 11,4 | 2,9 |
| Sumatera Selatan | | 1239,2 | 389,1 | 19,1 | 664,8 | 166,2 |
| | | Persentase | 31% | 2% | 54% | 13% |

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan jumlah sampah dan persentase *un-managed deep*, Tabel 7 menyajikan estimasi sampah yang terangkut ke TPA sampah. TPA sampah di Provinsi Sumatera Selatan dapat dikategorikan dalam *un-managed deep*. Hal ini dikarenakan tinggi urugan sampah yang melebihi 5 m dan atau muka air tanah yang tinggi.

Tabel 7. Estimasi dan Proyeksi (BAU) Volume Sampah Provinsi Sumatera Selatan Masuk ke TPA Sampah dari 2010 s.d 2020

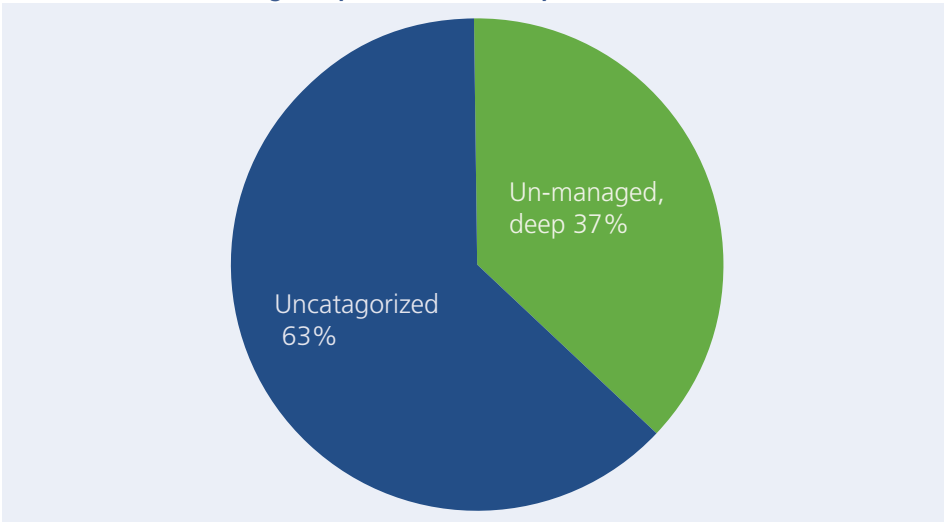
| No. | Kota / Kabupaten | masuk ke TPA | Volume Sampah (Gg) | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------------|--------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|
| | | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | |
| 1 | OKU | 10,0% | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| 2 | OKI | 10,0% | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | |
| 3 | Muara Enim | 10,0% | 10 | 11 | 11 | 11 | 11 | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | |
| 4 | L a h a t | 10,0% | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| 5 | Musi Rawas | 10,0% | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | |
| 6 | Muba | 10,4% | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 11 | 11 | 11 | 12 | |
| 7 | Banyuasin | 10,0% | 14 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 15 | 15 | 16 | 16 | 16 | |
| 8 | OKU Selatan | 10,9% | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| 9 | OKU Timur | 10,0% | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | |
| 10 | Ogan Ilir | 10,0% | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 7 | |
| 11 | Empat Lawang | 10,0% | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| 12 | Palembang | 79,0% | 252 | 256 | 261 | 266 | 270 | 275 | 280 | 285 | 290 | 295 | 300 | |
| 13 | Prabumulih | 70,0% | 21 | 21 | 22 | 23 | 23 | 24 | 25 | 25 | 26 | 27 | 28 | |
| 14 | Pagar Alam | 51,0% | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | |
| 15 | Lubuk Linggau | 57,2% | 21 | 21 | 22 | 22 | 23 | 24 | 24 | 25 | 25 | 26 | 26 | |
| Total | | | 389 | 396 | 404 | 411 | 419 | 427 | 435 | 443 | 452 | 460 | 469 | |

Untuk sampah yang tidak terangkut di Provinsi Sumatera Selatan, 1,8% diantaranya terolah menjadi kompos. Sedangkan sisanya, sampah yang tidak terangkut dan terolah akan dibuang dan dibakar (langsung) oleh masyarakat secara sembarangan. Perbandingan sampah dibuang dan dibakar sebesar 80:20 dari sampah tidak terangkut dan terolah. Tabel 8 menyajikan estimasi dan proyeksi sampah terhampar sembarangan dalam kondisi *un-categorized*, berdasarkan jumlah sampah total dan persentase sampah terhampar sembarangan. Selain itu Tabel 8 menyajikan rekapitulasi total volume sampah tertimbun (*open dumping*), baik dalam kategori *Un-Managed Deep*/ke TPA sampah maupun *Un-categorized*/terhampar sembarangan, terolah/dikomposkan, dan dibakar langsung/*open dumping* dalam wilayah Provinsi Sumatera Selatan. Sebesar 84% sampah tertimbun dalam kondisi *un-managed deep* dan *un-categorized* (BAU). Pada kondisi BAU, 37% timbunan sampah Provinsi Sumatera Selatan diperkirakan dalam kondisi *un-managed deep*/di TPA sampah dan 63% timbunan sampah dalam kondisi *un-categorized*/terhampar sembarangan (lihat Gambar 10).

Tabel 8. Rekapitulasi Sampah Open Dumping, *Open burning* dan Terolah Dikomposkan (BAU) Provinsi Sumatera Selatan

| No. | Komponen | Jumlah Sampah (Gg) | | | | | | | | | | |
|-----|----------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 1 | Total Sampah | 1.088 | 1.119 | 1.152 | 1.185 | 1.219 | 1.255 | 1.291 | 1.329 | 1.368 | 1.408 | 1.449 |
| 2 | Open dumping | 913 | 940 | 967 | 995 | 1.024 | 1.054 | 1.084 | 1.116 | 1.148 | 1.182 | 1.217 |
| 3 | % Open dumping | 84% | 84% | 84% | 84% | 84% | 84% | 84% | 84% | 84% | 84% | 84% |
| 3 | Open burning | 155 | 160 | 164 | 169 | 174 | 179 | 184 | 190 | 195 | 201 | 207 |
| 4 | Terolah | 19 | 20 | 20 | 21 | 21 | 22 | 23 | 23 | 24 | 25 | 26 |

Gambar 10. Perbandingan Tipe Timbunan Sampah Provinsi Sumatera Selatan



Tabel 9. di bawah ini memperlihatkan hasil estimasi emisi GRK sektor sampah dari timbunan sampah (domestik) dengan menggunakan *spreadsheet* 2006 IPCC GL (FOD Method). Berdasarkan tabel tersebut, emisi dari timbunan diperkirakan mencapai 34,63 Gg CH₄ pada tahun 2020.

Tabel 9. Hasil Estimasi Emisi GRK dari Aktifitas Penimbunan Sampah/Open Dumping (BAU)

| Year | Methane generated | | | | | | | | | | | Methane recovery | Methane emission |
|------|-------------------|--------|-------|------|---------|---------|--------|-----|------------|-------|----|------------------|------------------|
| | Methane generated | | | | | | | | | | | | |
| | Food | Garden | Paper | Wood | Textile | Nappies | Sludge | MSW | Industrial | Total | | | |
| A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | L | | | |
| | Gg | Gg | Gg | Gg | Gg | Gg | Gg | Gg | Gg | Gg | Gg | Gg | |
| 2010 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,00 | |
| 2011 | 6,9 | 0,2 | 1,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 8,16 | |
| 2012 | 11,6 | 0,5 | 1,9 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 14,10 | |
| 2013 | 14,9 | 0,6 | 2,7 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 18,53 | |
| 2014 | 17,3 | 0,8 | 3,6 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 21,93 | |
| 2015 | 19,0 | 1,0 | 4,4 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 24,64 | |
| 2016 | 20,3 | 1,1 | 5,1 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 26,86 | |
| 2017 | 21,3 | 1,2 | 5,8 | 0,0 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 28,76 | |
| 2018 | 22,1 | 1,3 | 6,5 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 30,42 | |
| 2019 | 22,8 | 1,4 | 7,2 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 31,92 | |
| 2020 | 23,4 | 1,5 | 7,9 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 33,31 | |
| 2021 | 24,0 | 1,5 | 8,5 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 34,63 | |

4.1.1.2 Emisi dari *Open Burning*

Jumlah sampah yang dibakar secara langsung oleh masyarakat di Provinsi Sumatera Selatan relatif tinggi, sekitar 13,4% dari total keseluruhan volume sampah, atau sekitar 166 Gg sampah pada tahun 2010. Jumlah sampah yang dibakar secara terbuka/*open burning* diperkirakan, mencapai 200 Gg pada tahun 2020. Tabel 10 menyajikan emisi CO₂, CH₄ dan N₂O dari aktifitas *open burning* di Provinsi Sumatera Selatan. Pada tahun 2020, diperkirakan 5,22 Gg CH₄ ekuivalen akan dihasilkan dari aktifitas *open burning* (BAU).

Tabel 10. Estimasi-Proyeksi Emisi GRK Provinsi Sumatera Selatan dari Aktifitas *Open Burning* (BAU)

| Tahun | Hasil Estimasi Emisi (2006 IPCC GL) | | | Tahun | Hasil Estimasi Emisi (2006 IPCC GL) | | |
|-------|--|---------------------|-----------------------------|-------|--|---------------------|-----------------------------|
| 2010 | 68,17 | Gg CO ₂ | ≈ 3,25 Gg CH ₄ | 2016 | 76,24 | Gg CO ₂ | ≈ 3,63 Gg CH ₄ |
| | 1,08 | Gg CH ₄ | ≈ 1,08 Gg CH ₄ | | 1,21 | Gg CH ₄ | ≈ 1,21 Gg CH ₄ |
| | 0,0000651 | Gg N ₂ O | ≈ 0,0010 Gg CH ₄ | | 0,0000728 | Gg N ₂ O | ≈ 0,0011 Gg CH ₄ |
| | Total emisi | 4,33 | Gg CH₄ | | Total emisi | 4,84 | Gg CH₄ |
| 2011 | 69,02 | Gg CO ₂ | ≈ 3,29 Gg CH ₄ | 2017 | 77,68 | Gg CO ₂ | ≈ 3,70 Gg CH ₄ |
| | 1,09 | Gg CH ₄ | ≈ 1,09 Gg CH ₄ | | 1,23 | Gg CH ₄ | ≈ 1,23 Gg CH ₄ |
| | 0,0000659 | Gg N ₂ O | ≈ 0,0010 Gg CH ₄ | | 0,0000742 | Gg N ₂ O | ≈ 0,0011 Gg CH ₄ |
| | Total emisi | 4,38 | Gg CH₄ | | Total emisi | 4,93 | Gg CH₄ |
| 2012 | 70,31 | Gg CO ₂ | ≈ 3,35 Gg CH ₄ | 2018 | 79,16 | Gg CO ₂ | ≈ 3,77 Gg CH ₄ |
| | 1,11 | Gg CH ₄ | ≈ 1,11 Gg CH ₄ | | 1,25 | Gg CH ₄ | ≈ 1,25 Gg CH ₄ |
| | 0,0000671 | Gg N ₂ O | ≈ 0,0010 Gg CH ₄ | | 0,0000756 | Gg N ₂ O | ≈ 0,0011 Gg CH ₄ |
| | Total emisi | 4,46 | Gg CH₄ | | Total emisi | 5,02 | Gg CH₄ |
| 2013 | 72,08 | Gg CO ₂ | ≈ 3,43 Gg CH ₄ | 2019 | 80,67 | Gg CO ₂ | ≈ 3,84 Gg CH ₄ |
| | 1,14 | Gg CH ₄ | ≈ 1,14 Gg CH ₄ | | 1,28 | Gg CH ₄ | ≈ 1,28 Gg CH ₄ |
| | 0,0000688 | Gg N ₂ O | ≈ 0,0010 Gg CH ₄ | | 0,0000770 | Gg N ₂ O | ≈ 0,0011 Gg CH ₄ |
| | Total emisi | 4,57 | Gg CH₄ | | Total emisi | 5,12 | Gg CH₄ |
| 2014 | 73,44 | Gg CO ₂ | ≈ 3,50 Gg CH ₄ | 2020 | 82,21 | Gg CO ₂ | ≈ 3,91 Gg CH ₄ |
| | 1,16 | Gg CH ₄ | ≈ 1,16 Gg CH ₄ | | 1,30 | Gg CH ₄ | ≈ 1,30 Gg CH ₄ |
| | 0,0000701 | Gg N ₂ O | ≈ 0,0010 Gg CH ₄ | | 0,0000785 | Gg N ₂ O | ≈ 0,0012 Gg CH ₄ |
| | Total emisi | 4,66 | Gg CH₄ | | Total emisi | 5,22 | Gg CH₄ |
| 2015 | 74,82 | Gg CO ₂ | ≈ 3,56 Gg CH ₄ | | | | |
| | 1,18 | Gg CH ₄ | ≈ 1,18 Gg CH ₄ | | | | |
| | 0,0000714 | Gg N ₂ O | ≈ 0,0011 Gg CH ₄ | | | | |
| | Total emisi | 4,75 | Gg CH₄ | | | | |

4.1.1.3 Emisi dari Aktifitas Pengolahan Sampah Secara Aerobik (Pengomposan)

Berdasarkan estimasi dan proyeksi sampah terolah pada tabel 11, dapat diprediksi jumlah emisi GRK dari kegiatan pengomposan sampah. Dari tabel 4.1 Volume 5 2006 IPCC GL, diambil nilai emisi 4 g CH₄ dan 0,3 g N₂O per kg sampah dikomposkan. Diperkirakan 0,167 Gg CH₄ ekuivalen akan dikeluarkan dari aktifitas pengomposan 20 Gg sampah domestik pada tahun 2010 dan terus meningkat sampai dengan 0,202 Gg CH₄ ekuivalen pada tahun 2020 dari hasil pengomposan 24 Gg sampah.

Tabel 11. Estimasi-Proyeksi Emisi GRK Provinsi Sumatera Selatan dari Aktifitas Pengomposan Sampah (BAU)

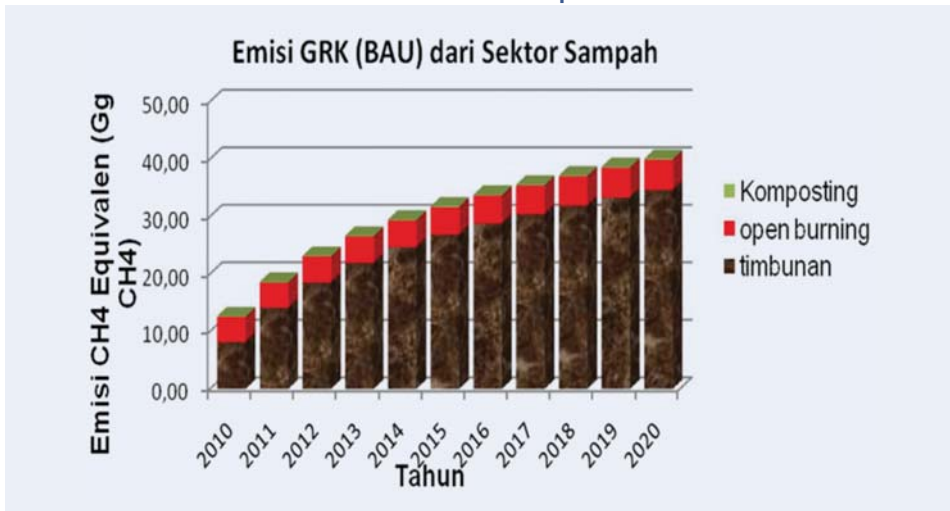
| No. | Tahun | Emisi GRK dari pengomposan | | |
|-----|-------|----------------------------|---------------------|-----------------------|
| | | Gg CH ₄ | Gg N ₂ O | Total |
| | | 21 | 310 | (Gg CH ₄) |
| 1 | 2010 | 0,079 | 0,006 | 0,167 |
| 2 | 2011 | 0,081 | 0,006 | 0,170 |
| 3 | 2012 | 0,082 | 0,006 | 0,173 |
| 4 | 2013 | 0,084 | 0,006 | 0,177 |
| 5 | 2014 | 0,085 | 0,006 | 0,180 |
| 6 | 2015 | 0,087 | 0,007 | 0,183 |
| 7 | 2016 | 0,089 | 0,007 | 0,187 |
| 8 | 2017 | 0,090 | 0,007 | 0,191 |
| 9 | 2018 | 0,092 | 0,007 | 0,194 |
| 10 | 2019 | 0,094 | 0,007 | 0,198 |
| 11 | 2020 | 0,096 | 0,007 | 0,202 |

Dari perhitungan estimasi emisi timbunan/*open dumping*, *open burning* dan pengomposan, didapat 11 titik dari tahun 2010 s.d tahun 2020 yang digunakan sebagai baseline emisi BAU sektor sampah di Provinsi Sumatera Selatan. Tabel 12 dan gambar 11 menyajikan *baseline* emisi BAU sektor sampah.

Tabel 12. Rekapitulasi Estimasi dan Proyeksi Emisi GRK Provinsi Sumatera Selatan dari sektor Sampah(BAU)

| No. | Tahun | Emisi GRK dari sumber (Gg CH ₄) | | | Total Estimasi Emisi |
|-----|-------|---|--------------|------------|---------------------------------|
| | | Timbunan | open burning | pegomposan | base year (Gg CH ₄) |
| | | | | | BAU |
| 1 | 2010 | 8,16 | 4,33 | 0,17 | 12,66 |
| 2 | 2011 | 14,10 | 4,38 | 0,17 | 18,65 |
| 3 | 2012 | 18,53 | 4,46 | 0,17 | 23,16 |
| 4 | 2013 | 21,93 | 4,57 | 0,18 | 26,68 |
| 5 | 2014 | 24,64 | 4,66 | 0,18 | 29,48 |
| 6 | 2015 | 26,86 | 4,75 | 0,18 | 31,79 |
| 7 | 2016 | 28,76 | 4,84 | 0,19 | 33,78 |
| 8 | 2017 | 30,42 | 4,93 | 0,19 | 35,54 |
| 9 | 2018 | 31,92 | 5,02 | 0,19 | 37,14 |
| 10 | 2019 | 33,31 | 5,12 | 0,20 | 38,63 |
| 11 | 2020 | 34,63 | 5,22 | 0,20 | 40,05 |

Gambar 11. BAU Baseline Emisi GRK Sektor sampah Provinsi Sumatera Selatan



4.1.2 Limbah Cair Domestik

Keterbatasan data membuat perkiraan emisi GRK sektor limbah cair di Provinsi Sumatera Selatan masih dalam tingkatan Tier I. Nilai estimasi emisi didasarkan pada jumlah penduduk di Provinsi Sumatera Selatan, dengan asumsi nilai *degradable organic component* sebesar 14,6 kg BOD/jiwa.tahun dan *maximum methane producing capacity* sebesar 0,6 kg CH₄/kgBOD sesuai panduan 2006 IPCC GL Chapter 6. Dari hasil estimasi, emisi GRK sektor air limbah sebesar 22,61 Gg CH₄ dan akan terus meningkat sampai dengan 27,22 Gg CH₄ pada tahun 2020 (Tabel 14 dan Gambar 12).

Tabel 13. Potensi Emisi CH₄ dan N₂O untuk Air Limbah Domestik di Sumatera Selatan

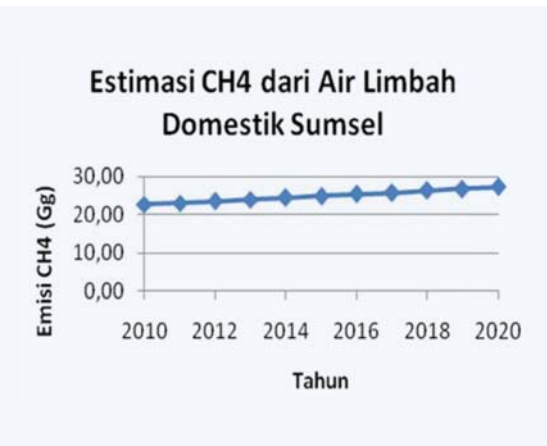
| Tipe Pengolahan dan Pembuangan | | Potensi Emisi CH ₄ dan N ₂ O |
|--------------------------------|-------------------------------|--|
| Uncollected | Tangki Septik | Pengurasan lumpur secara teratur akan mengurangi produksi CH ₄ . |
| | Open pits/Latrines | Pits/latrine akan menghasilkan CH ₄ ketika temperatur dan waktu retensi memungkinkan. |
| | Pembuangan langsung ke sungai | Pits/latrine akan menghasilkan CH ₄ ketika temperatur dan waktu retensi memungkinkan. |

Sumber: Hasil Pemantauan Lapangan

Tabel 14. Potensi Emisi GRK dari Air Limbah di Provinsi Sumatera Selatan

| No. | Tahun | Emisi Metan (Gg CH ₄) |
|-----|-------|-----------------------------------|
| 1 | 2010 | 22,61 |
| 2 | 2011 | 23,03 |
| 3 | 2012 | 23,46 |
| 4 | 2013 | 23,90 |
| 5 | 2014 | 24,35 |
| 6 | 2015 | 24,81 |
| 7 | 2016 | 25,27 |
| 8 | 2017 | 25,74 |
| 9 | 2018 | 26,23 |
| 10 | 2019 | 26,72 |
| 11 | 2020 | 27,22 |

Gambar 12. BAU Baseline Emisi GRK Sektor Air Limbah di Provinsi Sumatera Selatan



Dengan menjumlahkan emisi GRK dari limbah padat dan air limbah domestik, total emisi GRK dari sektor pengelolaan limbah domestik di Provinsi Sumatera Selatan diperkirakan sebesar 67,26 Gg CH₄ atau setara dengan 1.412.531 ton CO_{2(eq)} pada tahun 2020 seperti terlihat pada Tabel 15 dan Gambar 13.

Tabel 15. Potensi Emisi GRK Sektor Limbah Provinsi Sumatera Selatan

| No. | Tahun | Emisi GRK (Gg CH ₄) | | | Emisi GRK (ton CO _{2(eq)}) | | |
|-----|-------|---------------------------------|------------|-------|--------------------------------------|------------|-----------|
| | | Sampah | Air Limbah | Total | Sampah | Air Limbah | Total |
| 1 | 2010 | 12,66 | 22,61 | 35,27 | 265.800 | 474.767 | 740.567 |
| 2 | 2011 | 18,65 | 23,03 | 41,68 | 391.668 | 483.660 | 875.328 |
| 3 | 2012 | 23,16 | 23,46 | 46,63 | 486.462 | 492.719 | 979.181 |
| 4 | 2013 | 26,68 | 23,90 | 50,59 | 560.363 | 501.948 | 1.062.311 |
| 5 | 2014 | 29,48 | 24,35 | 53,83 | 619.026 | 511.350 | 1.130.376 |
| 6 | 2015 | 31,79 | 24,81 | 56,60 | 667.662 | 520.928 | 1.188.590 |
| 7 | 2016 | 33,78 | 25,27 | 59,05 | 709.397 | 530.685 | 1.240.082 |
| 8 | 2017 | 35,54 | 25,74 | 61,28 | 746.357 | 540.625 | 1.286.982 |
| 9 | 2018 | 37,14 | 26,23 | 63,37 | 779.991 | 550.751 | 1.330.742 |
| 10 | 2019 | 38,63 | 26,72 | 65,35 | 811.294 | 561.067 | 1.372.361 |
| 11 | 2020 | 40,05 | 27,22 | 67,26 | 840.955 | 571.577 | 1.412.531 |

Gambar 13. BAU Baseline Emisi GRK Sektor Limbah di Provinsi Sumatera Selatan



4.2 Perhitungan BAU Baseline Provinsi Kalimantan Barat

4.2.1 Limbah Padat Domestik

Untuk estimasi perhitungan BAU *Baseline* dari emisi GRK sektor sampah domestik di Provinsi Kalimantan Barat, emisi yang dihasilkan bersumber dari: aktifitas penimbunan sampah di Tempat Pembuangan Sampah (TPA), aktifitas minimasi sampah perkotaan (komposting dan 3R), aktifitas pembuangan sampah secara sembarangan oleh masyarakat di TPS, tepi sungai, dsb, dan aktifitas pembakaran langsung oleh masyarakat (*open burning*),

Karena keterbatasan data, maka pada estimasi perhitungan BAU Baseline dari emisi GRK sektor sampah domestik untuk Provinsi Kalimantan Barat pada contoh perhitungan kali ini, digunakan asumsi-asumsi sebagai berikut:

- Semua sampah yang tidak terangkut dianggap dibakar di tempat (*open burning*) dan ditimbun secara sembarangan (*open dumping*).
- Data sampah diambil mulai tahun 2010, estimasi volume sampah domestik pada suatu kota/kabupaten diestimasi dari timbulan sampah perkapita untuk kota/kabupaten tersebut.

- c. Nilai estimasi emisi GRK sektor pengelolaan limbah Provinsi Kalimantan Barat hanya berasal dari limbah domestik (padat/sampah dan cair)

Untuk mengestimasi volume sampah di Provinsi Kalimantan Barat pada tahun 2010 dan memproyeksikannya sampai dengan tahun 2020, diperlukan data timbulan, jumlah dan pertumbuhan penduduk pada tahun 2010. Untuk estimasi pada RAD-GRK ini diberikan angka 0,5 kg/jiwa/hari untuk semua daerah di Kalimantan Barat.

Setelah menentukan estimasi timbulan sampah di Provinsi Kalimantan Barat sebesar 0,5 kg/ jiwa/hari, jumlah dan pertumbuhan penduduk dilihat dari data statistik kependudukan. Dengan ketiga data ini, prediksi volume sampah 2010 dan proyeksi s.d 2020 dapat dihitung dan disajikan pada Tabel 18. Pada tahun 2010, jumlah penduduk di Provinsi Kalimantan Barat adalah sejumlah 4,4 juta jiwa dan akan terus meningkat sampai mendekati 5,2 juta jiwa pada tahun 2020. Kota dengan penduduk terbanyak adalah kota Pontianak sejumlah hampir 555 ribu jiwa dan paling sedikit adalah kabupaten Melawi sebanyak 181 ribu jiwa. Pertumbuhan penduduk tertinggi terdapat di Kota Ketapang, sedangkan terendah di kabupaten Sambas.

Selain data volume sampah. Data komposisi dan karakteristik sampah merupakan komponen yang penting dalam estimasi GRK sektor sampah domestik. Komponen sisa makanan mendominasi sebesar 66,40% (% berat basah) dengan *dry matter content* sebesar 23,34%. Komponen plastik sebesar 10,70% (% berat basah) dengan *dry matter content* sebesar 78,21% dan kertas sebesar 12,90% (% berat basah) dengan *dry matter content* sebesar 52,33%. Komponen lain tidak ditemukan secara signifikan (Tabel 17).

Dengan timbulan sampah sebesar 0,5 kg/jiwa/hari dan laju peningkatan timbulan sampah sebesar 1%/tahun, didapat estimasi jumlah sampah s.d tahun 2020 seperti terlihat pada Tabel 18. Volume sampah diperkirakan meningkat sampai 1.046 Gg per tahun pada 2020, dengan 134 Gg diantaranya berada di kota Pontianak.

Tabel 16. Prediksi Jumlah Penduduk Kalimantan Barat Tahun 2010 dan Proyeksinya s.d 2020

| No. | Kota / Kabupaten | Pertumbuhan Penduduk (%) | Tahun | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 1 | Sambas | 0,90% | 496.120 | 500.585 | 505.090 | 509.636 | 514.223 | 518.851 | 523.521 | 528.232 | 532.986 | 537.783 | 542.623 |
| 2 | Bengkayang | 2,01% | 215.277 | 219.604 | 224.018 | 228.521 | 233.114 | 237.800 | 242.580 | 247.455 | 252.429 | 257.503 | 262.679 |
| 3 | Landak | 1,59% | 329.649 | 334.890 | 340.215 | 345.625 | 351.120 | 356.703 | 362.374 | 368.136 | 373.990 | 379.936 | 385.977 |
| 4 | Pontianak | 1,42% | 234.021 | 237.344 | 240.714 | 244.133 | 247.599 | 251.115 | 254.681 | 258.297 | 261.965 | 265.685 | 269.458 |
| 5 | Sanggau | 1,65% | 408.468 | 415.208 | 422.059 | 429.023 | 436.101 | 443.297 | 450.612 | 458.047 | 465.604 | 473.287 | 481.096 |
| 6 | Ketapang | 2,15% | 427.460 | 436.650 | 446.038 | 455.628 | 465.424 | 475.431 | 485.653 | 496.094 | 506.760 | 517.655 | 528.785 |
| 7 | Sintang | 1,62% | 364.759 | 370.668 | 376.673 | 382.775 | 388.976 | 395.277 | 401.681 | 408.188 | 414.801 | 421.521 | 428.349 |
| 8 | Kapuas Hulu | 2,00% | 222.160 | 226.603 | 231.135 | 235.758 | 240.473 | 245.283 | 250.188 | 255.192 | 260.296 | 265.502 | 270.812 |
| 9 | Sekadau | 1,22% | 181.634 | 183.850 | 186.093 | 188.363 | 190.661 | 192.987 | 195.342 | 197.725 | 200.137 | 202.579 | 205.050 |
| 10 | Melawi | 1,81% | 178.645 | 181.878 | 185.170 | 188.522 | 191.934 | 195.408 | 198.945 | 202.546 | 206.212 | 209.945 | 213.745 |
| 11 | Kayong Utara | 1,94% | 95.594 | 97.449 | 99.339 | 101.266 | 103.231 | 105.233 | 107.275 | 109.356 | 111.478 | 113.640 | 115.845 |
| 12 | Kubu Raya | 1,69% | 500.970 | 509.436 | 518.046 | 526.801 | 535.704 | 544.757 | 553.964 | 563.326 | 572.846 | 582.527 | 592.372 |
| 13 | Pontianak Kota | 1,81% | 554.764 | 564.805 | 575.028 | 585.436 | 596.033 | 606.821 | 617.804 | 628.987 | 640.371 | 651.962 | 663.762 |
| 14 | Singkawang Kota | 2,11% | 186.462 | 190.396 | 194.414 | 198.516 | 202.705 | 206.982 | 211.349 | 215.808 | 220.362 | 225.012 | 229.759 |
| Σ Penduduk Total | | | 4.395.983 | 4.469.368 | 4.544.033 | 4.620.002 | 4.697.298 | 4.775.945 | 4.855.967 | 4.937.390 | 5.020.237 | 5.104.536 | 5.190.312 |

Tabel 17. Komposisi dan Dry Matter Content Sampah Domestik Provinsi Kalimantan Barat

| No. | Komponen Sampah | Komposisi sampah | Dry Matter Content |
|-----|----------------------------|------------------|--------------------|
| | | (% Berat Basah) | (%) |
| 1 | Sisa Makanan | 66,40% | 23,34% |
| 2 | Kertas, Karton dan Nappies | 12,90% | 52,33% |
| 3 | Kayu dan Sampah Taman | 0,00% | 53,61% |
| 4 | Kain dan Produk Tekstil | 0,80% | 55,45% |
| 5 | Karet dan Kulit | 0,00% | 90,31% |
| 6 | Plastik | 10,70% | 78,21% |
| 7 | Logam | 1,80% | 100,00% |
| 8 | Gelas | 1,30% | 93,44% |
| 9 | Lain - lain | 6,10% | 88,61% |
| | Total | 100,00% | - |

Sumber: hasil analisis data tahun 2012

Tabel 18. Estimasi dan Proyeksi Volume Sampah Provinsi Kalimantan Barat perTahun dari 2010 s.d 2020

| No | Kota / Kabupaten | Tahun | | | | | | | | | | |
|----|-----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|--------------|
| | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 1 | Sambas | 91 | 92 | 94 | 96 | 98 | 100 | 101 | 103 | 105 | 107 | 109 |
| 2 | Bengkayang | 39 | 40 | 42 | 43 | 44 | 46 | 47 | 48 | 50 | 51 | 53 |
| 3 | Landak | 60 | 62 | 63 | 65 | 67 | 68 | 70 | 72 | 74 | 76 | 78 |
| 4 | Kab. Pontianak | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 51 | 52 | 53 | 54 |
| 5 | Sanggau | 75 | 77 | 79 | 81 | 83 | 85 | 87 | 90 | 92 | 94 | 97 |
| 6 | Ketapang | 78 | 80 | 83 | 86 | 88 | 91 | 94 | 97 | 100 | 103 | 107 |
| 7 | Sintang | 67 | 68 | 70 | 72 | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 | 84 | 86 |
| 8 | Kapuas Hulu | 41 | 42 | 43 | 44 | 46 | 47 | 48 | 50 | 51 | 53 | 55 |
| 9 | Sekadau | 33 | 34 | 35 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 40 | 41 |
| 10 | Melawi | 33 | 34 | 34 | 35 | 36 | 37 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 11 | Kayong Utara | 17 | 18 | 18 | 19 | 20 | 20 | 21 | 21 | 22 | 23 | 23 |
| 12 | Kubu Raya | 91 | 94 | 96 | 99 | 102 | 104 | 107 | 110 | 113 | 116 | 119 |
| 13 | kota Pontianak | 101 | 104 | 107 | 110 | 113 | 116 | 120 | 123 | 127 | 130 | 134 |
| 14 | kota Singkawang | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 40 | 41 | 42 | 44 | 45 | 46 |
| | Σ Sampah Total | 802 | 824 | 846 | 869 | 892 | 916 | 941 | 966 | 992 | 1.019 | 1.046 |

Keterangan:

a. Timbulan sampah (2010) = 0,5 kg/jiwa/hari

b. Laju peningkatan timbulan sampah = 1 % per tahun

4.2.1.1 Emisi dari *Open Dumping: Un-managed Deep dan Un-categorized*

Tidak semua sampah di Provinsi Kalimantan Barat diangkut ke TPA, sebagian tidak terangkut, sebagian terolah baik pada skala sumber, kawasan maupun skala kota. Untuk sampah tidak terangkut, sebagian besar terhampar di TPS, TPA ilegal, pinggir sungai, pinggir jalan dan halaman warga. Sebagian lainnya, untuk sampah tidak terangkut dibakar secara langsung oleh masyarakat (*open burning*). Berdasarkan jumlah sampah dan persentase *un-managed deep*, tabel 19 menyajikan estimasi sampah yang terangkut ke TPA. TPA di Provinsi Kalimantan Barat dapat dikategorikan dalam *un-managed deep*. Hal ini dikarenakan timbunan sampah yang melebihi 5 m dan atau muka air tanah yang tinggi.

Tabel 19. Estimasi dan Proyeksi (BAU) Volume Sampah Provinsi Kalimantan Barat yang Masuk ke TPA dari 2010 s.d 2020

| No | Kota / Kabupaten | % unmanaged deep (masuk ke TPA) | Jumlah Sampah (Gg) | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------------------|---------------------------------|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 1 | Sambas | 50,0% | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 |
| 2 | Bengkayang | 10,0% | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 3 | Landak | 20,0% | 12 | 12 | 13 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 15 | 15 | 16 |
| 4 | Kab. Pontianak | 10,0% | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 5 | Sanggau | 10,0% | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 |
| 6 | Ketapang | 10,0% | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 9 | 10 | 10 | 10 | 11 |
| 7 | Sintang | 25,0% | 17 | 17 | 18 | 18 | 18 | 19 | 19 | 20 | 20 | 21 | 22 |
| 8 | Kapuas Hulu | 10,0% | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 9 | Sekadau | 10,0% | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 10 | Melawi | 10,0% | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 11 | Kayong Utara | 10,0% | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 12 | Kubu Raya | 60,0% | 55 | 56 | 58 | 59 | 61 | 63 | 64 | 66 | 68 | 70 | 72 |
| 13 | kota Pontianak | 73,0% | 74 | 76 | 78 | 80 | 83 | 85 | 87 | 90 | 92 | 95 | 98 |
| 14 | kota Singkawang | 60,0% | 20 | 21 | 22 | 22 | 23 | 24 | 25 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| Total Un-managed deep | | | 259 | 266 | 273 | 280 | 287 | 295 | 303 | 311 | 319 | 328 | 336 |

Tabel 20. Estimasi dan Proyeksi (BAU) Sampah Terolah dari 2010 s.d 2020

| No. | Kota / Kabupaten | Estimasi Volume | Volume Sampah Terolah | |
|-----|-------------------------|-------------------|-----------------------|-------------|
| | | Sampah Total (Gg) | (Gg) | (%) |
| 1 | Sambas | 47,31 | 0,00 | 0,0% |
| 2 | Bengkayang | 106,20 | 0,25 | 0,2% |
| 3 | Landak | 104,63 | 4,73 | 4,5% |
| 4 | Kab. Pontianak | 54,02 | 0,76 | 1,4% |
| 5 | Sanggau | 76,72 | 0,00 | 0,0% |
| 6 | Ketapang | 81,97 | 0,00 | 0,0% |
| 7 | Sintang | 109,52 | 0,00 | 0,0% |
| 8 | Kapuas Hulu | 46,49 | 0,00 | 0,0% |
| 9 | Sekadau | 89,06 | 0,04 | 0,0% |
| 10 | Melawi | 55,61 | 0,00 | 0,0% |
| 11 | Kayong Utara | 32,29 | 0,00 | 0,0% |
| 12 | Kubu Raya | 212,47 | 10,06 | 4,7% |
| 13 | kota Pontianak | 23,65 | 1,18 | 5,0% |
| 14 | kota Singkawang | 18,42 | 0,62 | 3,4% |
| | Kalimantan Barat | 1058,37 | 17,65 | 1,7% |

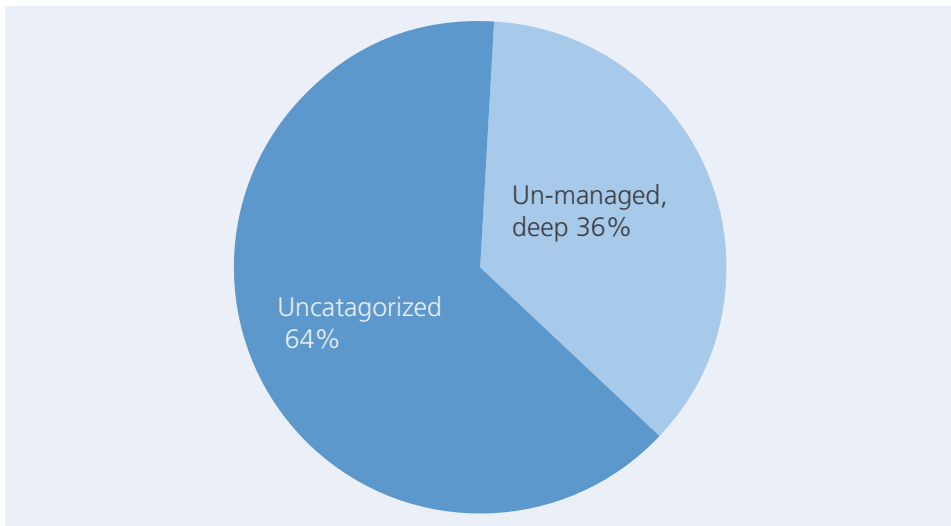
Sumber: BLH Provinsi Provinsi Kalimantan Barat, 2011

Tabel 20 menyajikan rekapitulasi total volume sampah tertimbun (*open dumping*), baik dalam kategori *Unmanaged Deep*/ke TPA maupun *Uncategorized*/terhampar sembarangan, terolah/dikomposkan, dan dibakar langsung/*open dumping* dalam wilayah provinsi Kalimantan Barat. Sebesar 90% sampah tertimbun dalam kondisi *unmanaged deep dan uncategorized* (BAU). Perbandingan *open dumping* dalam kondisi *Unmanaged deep*/di TPA dan *uncategorized*/terhampar sembarangan disajikan dalam Tabel 21. Pada kondisi BAU, 36% timbunan sampah Provinsi Kalimantan Barat diperkirakan dalam kondisi *unmanaged deep*/di TPA dan 64% timbunan sampah dalam kondisi *uncategorized*/terhampar sembarangan (Gambar 14).

Tabel 21. Rekapitulasi Sampah Open Dumping, Open burning dan Terolah/ Dikomposkan (BAU)

| No. | Komponen | Jumlah Sampah (Gg) | | | | | | | | | | |
|-----|---------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| | | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
| 1 | Total Sampah | 802 | 824 | 846 | 869 | 892 | 916 | 941 | 966 | 992 | 1.019 | 1.046 |
| 2 | Open dumping | 722 | 741 | 761 | 781 | 802 | 824 | 846 | 869 | 892 | 916 | 941 |
| 3 | % Open dumping | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 3 | Open burning | 80 | 82 | 85 | 87 | 89 | 92 | 94 | 97 | 99 | 102 | 105 |
| 4 | Terolah/ Komposting | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |

Gambar 14. Perbandingan Tipe Timbunan Sampah (domestik) Provinsi Kalimantan Barat



Dengan memasukkan persentase tipe timbunan, persentase timbunan sampah, jumlah penduduk, timbunan dan komposisi sampah ke dalam 2006 IPCC GL untuk SWDS, dapat diketahui estimasi emisi GRK sektor sampah sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 22 berikut ini.

Tabel 22. Hasil Estimasi Emisi GRK dari aktifitas *Open Dumping* (BAU)

| Methane generated | | | | | | | | | |
|-------------------|------|--------|-------|------|---------|------------|-------|------------------|------------------|
| Year | Food | Garden | Paper | Wood | Textile | Industrial | Total | Methane recovery | Methane emission |
| | A | B | C | D | E | J | K | L | M = (K-L)*(1-OX) |
| | Gg | Gg | Gg | Gg | Gg | Gg | Gg | Gg | Gg |
| 2010 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,00 |
| 2011 | 5,3 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 5,9 | 0 | 5,89 |
| 2012 | 9,0 | 0,0 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10,2 | 0 | 10,15 |
| 2013 | 11,6 | 0,0 | 1,6 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 13,3 | 0 | 13,32 |
| 2014 | 13,5 | 0,0 | 2,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 15,7 | 0 | 15,74 |
| 2015 | 15,0 | 0,0 | 2,6 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 17,7 | 0 | 17,68 |
| 2016 | 16,1 | 0,0 | 3,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 19,3 | 0 | 19,29 |
| 2017 | 17,0 | 0,0 | 3,5 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 20,7 | 0 | 20,67 |
| 2018 | 17,8 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 21,9 | 0 | 21,91 |
| 2019 | 18,5 | 0,0 | 4,4 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 23,0 | 0 | 23,05 |
| 2020 | 19,1 | 0,0 | 4,8 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 24,1 | 0 | 24,12 |
| 2021 | 19,7 | 0,0 | 5,2 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 25,2 | 0 | 25,16 |

4.2.1.2 Emisi dari *Open Burning*

Jumlah sampah yang dibakar secara langsung oleh masyarakat Provinsi Kalimantan Barat relatif tinggi, sekitar 16% dari total keseluruhan volume sampah, atau sekitar 126,4 Gg sampah pada tahun 2010 (lihat Tabel 23). Jumlah sampah yang dibakar secara terbuka/*open burning* diperkirakan naik sampai dengan 105 Gg pada tahun 2020. Tabel 23 menyajikan emisi CO₂, CH₄ dan N₂O dari aktifitas *open burning* di Provinsi Kalimantan Barat. Pada tahun 2020, diperkirakan 1,84 Gg CH₄ ekuivalen akan dihasilkan dari aktifitas *open burning* (BAU).

Tabel 23. Estimasi-Proyeksi Emisi GRK untuk Provinsi Kalimantan Barat dari Aktifitas Open Burning (BAU)

| Tahun | Hasil Estimasi Emisi (2006 IPCC GL) | | | | | Tahun | Hasil Estimasi Emisi (2006 IPCC GL) | | | | |
|-------|--|---------------------|-------|-------------|--------------------------|-------|--|---------------------|------|-------------|--------------------------|
| | Emisi | Unit | Emisi | Unit | Emisi | | Unit | Emisi | Unit | Emisi | Unit |
| 2010 | 18,68 | Gg CO ₂ | n | 0,89 | Gg CH ₄ | 2016 | 21,91 | Gg CO ₂ | n | 1,04 | Gg CH ₄ |
| | 0,52 | Gg CH ₄ | n | 0,52 | Gg CH ₄ | | 0,61 | Gg CH ₄ | n | 0,61 | Gg CH ₄ |
| | 0,0000314 | Gg N ₂ O | n | 0,0005 | Gg CH ₄ | | 0,0000369 | Gg N ₂ O | n | 0,0005 | Gg CH ₄ |
| | | Total emisi | | 1,41 | Gg CH₄ | | | Total emisi | | 1,66 | Gg CH₄ |
| 2011 | 19,19 | Gg CO ₂ | n | 0,91 | Gg CH ₄ | 2017 | 22,50 | Gg CO ₂ | n | 1,07 | Gg CH ₄ |
| | 0,54 | Gg CH ₄ | n | 0,54 | Gg CH ₄ | | 0,63 | Gg CH ₄ | n | 0,63 | Gg CH ₄ |
| | 0,0000323 | Gg N ₂ O | n | 0,0005 | Gg CH ₄ | | 0,0000379 | Gg N ₂ O | n | 0,0006 | Gg CH ₄ |
| | | Total emisi | | 1,45 | Gg CH₄ | | | Total emisi | | 1,70 | Gg CH₄ |
| 2012 | 19,70 | Gg CO ₂ | n | 0,94 | Gg CH ₄ | 2018 | 23,11 | Gg CO ₂ | n | 1,10 | Gg CH ₄ |
| | 0,55 | Gg CH ₄ | n | 0,55 | Gg CH ₄ | | 0,64 | Gg CH ₄ | n | 0,64 | Gg CH ₄ |
| | 0,0000332 | Gg N ₂ O | n | 0,0005 | Gg CH ₄ | | 0,0000389 | Gg N ₂ O | n | 0,0006 | Gg CH ₄ |
| | | Total emisi | | 1,49 | Gg CH₄ | | | Total emisi | | 1,75 | Gg CH₄ |
| 2013 | 20,23 | Gg CO ₂ | n | 0,96 | Gg CH ₄ | 2019 | 23,73 | Gg CO ₂ | n | 1,13 | Gg CH ₄ |
| | 0,56 | Gg CH ₄ | n | 0,56 | Gg CH ₄ | | 0,66 | Gg CH ₄ | n | 0,66 | Gg CH ₄ |
| | 0,0000341 | Gg N ₂ O | n | 0,0005 | Gg CH ₄ | | 0,0000399 | Gg N ₂ O | n | 0,0006 | Gg CH ₄ |
| | | Total emisi | | 1,53 | Gg CH₄ | | | Total emisi | | 1,79 | Gg CH₄ |
| 2014 | 20,78 | Gg CO ₂ | n | 0,99 | Gg CH ₄ | 2020 | 24,37 | Gg CO ₂ | n | 1,16 | Gg CH ₄ |
| | 0,58 | Gg CH ₄ | n | 0,58 | Gg CH ₄ | | 0,68 | Gg CH ₄ | n | 0,68 | Gg CH ₄ |
| | 0,0000350 | Gg N ₂ O | n | 0,0005 | Gg CH ₄ | | 0,0000410 | Gg N ₂ O | n | 0,0006 | Gg CH ₄ |
| | | Total emisi | | 1,57 | Gg CH₄ | | | Total emisi | | 1,84 | Gg CH₄ |
| 2015 | 21,34 | Gg CO ₂ | n | 1,02 | Gg CH ₄ | | | | | | |
| | 0,60 | Gg CH ₄ | n | 0,60 | Gg CH ₄ | | | | | | |
| | 0,0000359 | Gg N ₂ O | n | 0,0005 | Gg CH ₄ | | | | | | |
| | | Total emisi | | 1,61 | Gg CH₄ | | | | | | |

4.2.1.3 Emisi dari Aktifitas Pengomposan Sampah Terolah

Berdasarkan estimasi dan proyeksi sampah terolah pada Tabel 24, dapat diprediksi jumlah emisi GRK dari kegiatan pengomposan sampah. Dari tabel 4.22 Volume 5 2006 IPCC GL, diambil nilai emisi 4 g CH₄ dan 0,3 g N₂O per kg sampah dikomposkan. Diperkirakan 0,003 Gg CH₄ ekuivalen akan dikeluarkan dari aktifitas pengomposan 27 Gg sampah domestik pada tahun 2010 dan terus meningkat sampai dengan 0,004 Gg CH₄ ekuivalen pada tahun 2020 dari hasil pengomposan 31 Gg sampah.

Tabel 24. Estimasi-Proyeksi Emisi GRK untuk Provinsi Kalimantan Barat dari Aktifitas Pengomposan Sampah Domestik(BAU)

| No. | Tahun | Emisi GRK dari Komposting | | |
|-----|-------|---------------------------|--------|----------|
| | | Gg CH4 | Gg N2O | Total |
| | | 21 | 310 | (Gg CH4) |
| 1 | 2010 | 0,002 | 0,000 | 0,003 |
| 2 | 2011 | 0,002 | 0,000 | 0,003 |
| 3 | 2012 | 0,002 | 0,000 | 0,003 |
| 4 | 2013 | 0,002 | 0,000 | 0,004 |
| 5 | 2014 | 0,002 | 0,000 | 0,004 |
| 6 | 2015 | 0,002 | 0,000 | 0,004 |
| 7 | 2016 | 0,002 | 0,000 | 0,004 |
| 8 | 2017 | 0,002 | 0,000 | 0,004 |
| 9 | 2018 | 0,002 | 0,000 | 0,004 |
| 10 | 2019 | 0,002 | 0,000 | 0,004 |
| 11 | 2020 | 0,002 | 0,000 | 0,004 |

Dari perhitungan estimasi emisi open dumping, open burning dan pengomposan, didapat 11 titik dari tahun 2010 s.d tahun 2020 yang digunakan sebagai *baseline* emisi BAU sektor sampah Kalimantan Barat. Tabel 25 dan Gambar 15 dan 16. menyajikan *baseline* emisi BAU sektor sampah provinsi Kalimantan Barat.

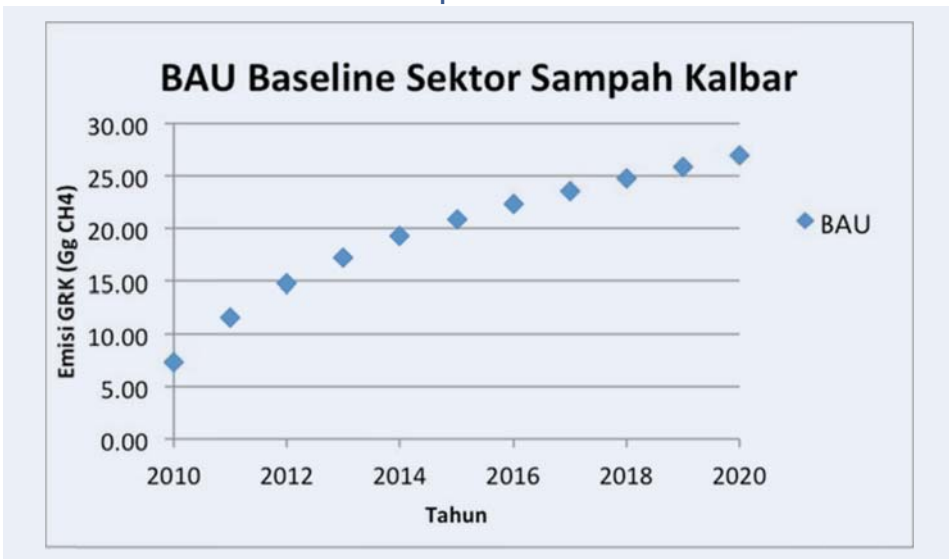
Tabel 25. Rekapitulasi Estimasi dan Proyeksi Emisi GRK untuk Provinsi Kalimantan Barat dari Sektor Sampah (BAU)

| No | Tahun | Emisi GRK dari Sumber (Gg CH4) | | | Total Estimasi Emisi base year (Gg CH ₄) BAU |
|----|-------|--------------------------------|---------------------|------------|--|
| | | <i>open dumping</i> | <i>open burning</i> | Komposting | |
| 1 | 2010 | 5,89 | 1,41 | 0,00 | 7,31 |
| 2 | 2011 | 10,15 | 1,45 | 0,00 | 11,60 |
| 3 | 2012 | 13,32 | 1,49 | 0,00 | 14,81 |
| 4 | 2013 | 15,74 | 1,53 | 0,00 | 17,28 |
| 5 | 2014 | 17,68 | 1,57 | 0,00 | 19,25 |
| 6 | 2015 | 19,29 | 1,61 | 0,00 | 20,90 |
| 7 | 2016 | 20,67 | 1,66 | 0,00 | 22,33 |
| 8 | 2017 | 21,91 | 1,70 | 0,00 | 23,61 |
| 9 | 2018 | 23,05 | 1,75 | 0,00 | 24,80 |
| 10 | 2019 | 24,12 | 1,79 | 0,00 | 25,92 |
| 11 | 2020 | 25,16 | 1,84 | 0,00 | 27,00 |

Gambar 15. Emisi GRK (BAU) dari Sektor Sampah



Gambar 16. BAU Baseline Sektor Sampah Provinsi Kalimantan Barat



4.2.2 Limbah Cair Domestik

Keterbatasan data mengakibatkan perkiraan emisi GRK sektor limbah cair masih dalam tingkatan Tier 1. Dukungan JICA SP1, dapat memperbaiki kualitas estimasi dengan penajaman pada data distribusi pengelolaan air limbah untuk perhitungan MCF. Nilai estimasi emisi didasarkan pada jumlah penduduk Provinsi Kalimantan Barat, dengan asumsi nilai *degradable organic component* sebesar 14,6 kg BOD/kapita/tahun dan *maximum methane producing capacity* sebesar 0,6 kg CH₄/kg BOD sesuai panduan 2006 IPCC GL Chapter 6. Dari hasil estimasi, emisi GRK sektor limbah cair domestik sebesar 16,69 Gg CH₄ dan akan terus meningkat s.d 20,10 Gg CH₄ pada tahun 2020.

Tabel 26. Potensi Emisi CH₄ dan N₂O untuk Air Limbah, Pengolahan Lumpur, dan Sistem Pembuangan Air Limbah Domestik di Kalimantan Barat

| Tipe Pengolahan dan Pembuangan | | Potensi Emisi CH ₄ dan N ₂ O |
|--------------------------------|-------------------------------|---|
| Uncollected | Tangki Septik | Pengurusan lumpur secara teratur akan mengurangi produksi CH ₄ . |
| | <i>Open pits/Latrines</i> | <i>Pits/latrine</i> akan menghasilkan CH ₄ ketika temperatur dan waktu retensi memungkinkan. |
| | Pembuangan langsung ke sungai | <i>Pits/latrine</i> akan menghasilkan CH ₄ ketika temperatur dan waktu retensi memungkinkan. |

Tabel 27. Estimasi Emisi GRK Berdasarkan Distribusi Sistem Pembuangan Air Limbah Domestik di Kalimantan Barat

| Income group | Type of treatment or discharge pathway | Fraction of population income group | Degree of utilization | Emission Factor | Organically degradable material in wastewater | Sludge removed | Methane recovered and flared | Net methane emissions | Net methane emissions |
|-------------------|--|-------------------------------------|----------------------------------|---|---|--------------------|---------------------------------|--|--|
| | | (U _i) (fraction) | (T _{ij}) (fraction) | (EF _{ij}) (kg CH ₄ /kg BOD) | (TOW) (kg BOD/yr) | (S) (kg BOD/yr) | (R) (kg CH ₄ /yr) | (CH ₄) (kg CH ₄ /yr) | (CH ₄) (Gg CH ₄ /yr) |
| Rural | Septic tank | 0,689 | 0,31 | 0,30 | Sheet 1 of 3 64.181.352 | | | 4.112.548,479 | 4.112.548,479 |
| | Latrine | 0,689 | 0,00 | 0,42 | 64.181.352 | | | 0,000 | 0 |
| | Other | 0,689 | 0,35 | 0,06 | 64.181.352 | | | 928.639,979 | 0,928639979 |
| | Sewer | 0,689 | 0,00 | 0,30 | 64.181.352 | | | 0,000 | 0 |
| | None | 0,689 | 0,34 | 0,00 | 64.181.352 | | | 0,000 | 0 |
| Urban high income | Septic tank | 0,1 | 0,92 | 0,30 | 64.181.352 | | | 1.771.405,310 | 1,77140531 |
| | Latrine | 0,1 | 0,00 | 0,42 | 64.181.352 | | | 0,000 | 0 |
| | Other | 0,1 | 0,05 | 0,06 | 64.181.352 | | | 19.254,406 | 0,019254406 |
| | Sewer | 0,1 | 0,04 | 0,30 | 64.181.352 | | | 77.017,622 | 0,077017622 |
| | None | 0,1 | 0,00 | 0,00 | 64.181.352 | | | 0,000 | 0 |
| Urban low income | Septic tank | 0,211 | 0,90 | 0,30 | 64.181.352 | | | 3.656.411,612 | 3,656411612 |
| | Latrine | 0,211 | 0,00 | 0,42 | 64.181.352 | | | 0,000 | 0 |
| | Other | 0,211 | 0,07 | 0,06 | 64.181.352 | | | 56.877,514 | 0,056877514 |
| | Sewer | 0,211 | 0,01 | 0,30 | 64.181.352 | | | 40.626,796 | 0,040626796 |
| | None | 0,211 | 0,02 | 0,00 | 64.181.352 | | | 0,000 | 0 |
| Total | | | | | | | | 10.662.781,718 | 10,663 |

Tabel 28. Potensi Emisi GRK dari Limbah Cair Domestik di Provinsi Kalimantan Barat

| No. | Tahun | Emisi Metan (Gg CH ₄) |
|-----|-------|-----------------------------------|
| 1 | 2010 | 10,66 |
| 2 | 2011 | 10,84 |
| 3 | 2012 | 11,02 |
| 4 | 2013 | 11,21 |
| 5 | 2014 | 11,39 |
| 6 | 2015 | 11,58 |
| 7 | 2016 | 11,78 |
| 8 | 2017 | 11,97 |
| 9 | 2018 | 12,17 |
| 10 | 2019 | 12,38 |
| 11 | 2020 | 12,58 |

Gambar 17. Estimasi CH₄ dari Air Limbah Domestik Provinsi Kalimantan Barat



Dengan demikian total emisi GRK dari sektor pengelolaan limbah domestik di Provinsi Kalimantan Barat yang berasal dari pengelolaan sampah dan air limbah adalah sebesar 19,20 Gg CH₄ pada tahun 2010 dan akan terus meningkat sampai dengan 41,03 Gg CH₄ yang setara dengan 861.726 ton CO₂ eq pada tahun 2020 seperti terlihat pada Tabel 28 dan Gambar 18.

Tabel 29. Potensi Emisi GRK Sektor Limbah Provinsi Kalimantan Barat

| No. | Tahun | Emisi GRK (Gg CH ₄) | | |
|-----|-------|---------------------------------|-------------|-------|
| | | Sampah | Limbah Cair | Total |
| 1 | 2010 | 7,31 | 11,89 | 19,20 |
| 2 | 2011 | 11,60 | 12,09 | 23,69 |
| 3 | 2012 | 14,81 | 12,29 | 27,10 |
| 4 | 2013 | 17,28 | 12,50 | 29,77 |
| 5 | 2014 | 19,25 | 12,70 | 31,96 |
| 6 | 2015 | 20,90 | 12,92 | 33,82 |
| 7 | 2016 | 22,33 | 13,13 | 35,46 |
| 8 | 2017 | 23,61 | 13,35 | 36,96 |
| 9 | 2018 | 24,80 | 13,57 | 38,37 |
| 10 | 2019 | 25,92 | 13,80 | 39,72 |
| 11 | 2020 | 27,00 | 14,03 | 41,03 |

Gambar 18. BAU Baseline Emisi GRK Sektor Limbah Provinsi Kalimantan Barat





BAB 5

PENUTUP

Pedoman ini diharapkan dapat menjadi panduan bagi lembaga terkait baik pemerintah, lembaga penelitian, lembaga non pemerintah serta unsur masyarakat lainnya di tingkat pemerintah pusat, provinsi dan kabupaten kota dalam memperkirakan emisi GRK yang dihasilkan dari sektor pengelolaan limbah. Tingkat akurasi estimasi yang dihasilkan berdasarkan pedoman ini sangat bergantung pada ketersediaan data yang menjadi input dalam proses perhitungan yang dilakukan. Karena itu, proses kompilasi data yang valid sejak dari tingkat kabupaten kota sampai dengan tingkat nasional merupakan faktor penting untuk mendapatkan estimasi emisi GRK secara akurat.

Estimasi emisi GRK yang dihasilkan dari perhitungan berdasarkan pedoman ini selanjutnya diharapkan dapat menjadi bahan dalam pengambilan kebijakan penurunan dan pengendalian emisi GRK dari sektor limbah baik di tingkat pusat, provinsi maupun kabupaten kota. Kebijakan tersebut diharapkan dapat menjadi rujukan untuk implementasi Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK Nasional sebagaimana diatur dalam Perpres 61/2011 maupun Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi GRK yang diatur melalui Peraturan Gubernur di seluruh provinsi di Indonesia. Selain itu, pedoman ini juga dapat dimanfaatkan dalam berbagai proses yang terkait dengan penyempurnaan dokumen perencanaan penurunan emisi GRK di tingkat nasional, provinsi dan kabupaten/kota.

Dengan mempertimbangkan dinamika yang terjadi dalam penanganan perubahan iklim, baik dari sisi ilmu pengetahuan, pengalaman praktis, kebijakan pemerintah maupun perbaikan dalam penyediaan data maka pedoman ini dapat disempurnakan di kemudian hari sehingga perhitungan emisi GRK pada sektor limbah dapat dilakukan dengan lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional, 1994, *Standar Nasional Indonesia, SNI 19-3964-1994: Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan*.

Damanhuri, E., 2004, *Pengelolaan Sampah*, Program Studi T. Lingkungan FTSL ITB, Bandung.

Damanhuri, E., Tri Padmi, Azhar, N., Meilany, L. T., 1989. *Pengkajian Laju Timbunan Sampah di Indonesia*, Pus. Lit. Bang. Pemukiman Dept PU – LPM ITB, Bandung.

IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by The National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K. (eds.). Published by IGES Japan.

Kementerian Lingkungan Hidup, 2010. *Indonesia Second National Communication Under The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*

Kementerian Lingkungan Hidup, 2012. *Metodologi Penghitungan Tingkat Emisi GRK Kegiatan Pengelolaan Limbah. Volume 4. Jakarta: KLH*

Kementerian Lingkungan Hidup, 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Buku I Pedoman Umum. Jakarta: KLH*

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2011. *Pedoman Penyusunan Rencana Aksi Daerah Penurunan emisi GRK (RAD-GRK). Jakarta: Bappenas*

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2011, *Pedoman Pelaksanaan Rencana Aksi Penurunan Emisi GRK*

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2013, *Pedoman Umum Pemantauan, Evaluasi dan Pelaporan Pelaksanaan RAN-GRK dan RAD-GRK*

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2013, *Petunjuk Teknis Pemantauan, Evaluasi dan Pelaporan Pelaksanaan RAD-GRK*

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, 2010, *Indonesia Climate Change Sectoral Roadmap/ICCSR, Sektor Limbah*

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, et all, 2013, *Potret Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAD-GRK)*

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, Kementerian Dalam Negeri, Kementerian Pekerjaan Umum, Kementerian Lingkungan Hidup, 2012. *Modul Pelatihan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca dan Perhitungan BAU Baseline Bidang Pengelolaan Limbah*

Presiden Republik Indonesia, 2011, *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011 tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi GRK.*

Presiden Republik Indonesia, 2012, *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 81 Tahun 2012 Tentang Pengelolaan Sampah Rumah Tangga dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga*

Presiden Republik Indonesia, 2008, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah*

Provinsi Kalimantan Barat, 2012, *Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAD-GRK), 2012.*

Provinsi Sumatera Selatan, 2012, *Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAD-GRK), 2012.*



Didukung oleh



kerja sama
jerman

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT



Federal Ministry for the
Environment, Nature Conservation,
Building and Nuclear Safety

giz

