



IPB University  
— Bogor Indonesia —



Co-funded by the  
European Union



CLIMATE  
RESILIENT  
AND INCLUSIVE  
CITIES



UCLG  
ASPAC  
United Cities and  
Local Governments  
Asia-Pacific

# ANALISIS PENETAPAN 'BASELINE'

## [MITIGASI]

# MODUL **2**



[MITIGASI]

# MODUL 2

ANALISIS PENETAPAN  
'BASELINE'

**Dalam Kegiatan:**

CLIMATE ACTION PLAN  
MODULE DEVELOPMENT  
AND TRAINING

(UCLG-ASPAC: United  
Cities and Local  
Governments Asia-Pacific)

**Disusun Oleh:**

Rizaldi Boer  
Muhammad Ardiansyah  
Febrian Hadinata  
La Ode Muhammad Abdul Wahid  
Gito Sugih Immanuel  
Ratu Aliah Sanada  
Dewi Sulistyowati

**Dikembangkan Oleh:**

CENTER FOR CLIMATE  
RISK AND OPPORTUNITY  
MANAGEMENT SOUTHEAST  
ASIA AND PACIFIC - IPB  
UNIVERSITY

PUSAT PENGELOLAAN RISIKO  
DAN PELUANG IKLIM ASIA  
TENGGARA DAN PASIFIK

IPB UNIVERSITY

# Kata Pengantar



Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya penyusunan buku modul **"Panduan Inventarisasi Gas Rumah Kaca"** ini. Buku ini diharapkan dapat menjadi referensi yang komprehensif dan praktis bagi berbagai pihak, termasuk pemerintah, sektor swasta, akademisi, organisasi masyarakat, dan komunitas lokal, dalam melaksanakan inventarisasi gas rumah kaca (GRK) secara efektif dan sesuai standar yang berlaku.

Inventarisasi GRK merupakan langkah fundamental dalam upaya mitigasi perubahan iklim. Dengan melakukan pengukuran, pelaporan, dan verifikasi emisi GRK yang sistematis, kita dapat memahami sumber dan tingkat emisi, serta mengidentifikasi peluang mitigasi yang dapat mendukung pencapaian target penurunan emisi nasional (NDC) dan komitmen internasional lainnya. Buku ini hadir untuk memenuhi kebutuhan akan panduan teknis yang dapat diimplementasikan secara luas, baik di tingkat nasional, sub-nasional, maupun sektoral.

Buku modul ini mencakup penjelasan tentang prinsip dasar GRK, metode penghitungan emisi dan serapan karbon, dan tahapan implementasi inventarisasi GRK. Tidak hanya itu, buku ini juga dilengkapi dengan studi kasus dan latihan untuk membantu pembaca memahami dan menerapkan konsep serta metode yang disajikan.

Kami menyadari bahwa upaya penyusunan buku ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi, baik berupa masukan, data, maupun pengalaman praktis yang sangat berharga. Kami juga terbuka terhadap kritik dan saran untuk menyempurnakan panduan ini agar lebih relevan dan bermanfaat di masa mendatang.

Semoga buku modul ini dapat memberikan manfaat yang nyata dalam mendukung upaya penurunan emisi GRK di Indonesia dan menjadi bagian dari solusi global untuk menghadapi tantangan perubahan iklim.

**Tim Penyusun**

# Daftar Isi

|    |                                                    |    |                                                |             |                                                                 |
|----|----------------------------------------------------|----|------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------|
| 03 | Kata Pengantar                                     | 05 | Daftar Gambar                                  | 05          | Daftar Tabel                                                    |
| 06 | Bab 1<br>Pendahuluan                               | 07 | Bab 2<br>Definisi Emisi 'Baseline'             | 08          | Bab 3<br>Metode Umum Penentuan Tingkat Emisi                    |
|    |                                                    |    |                                                | 3.1. Energi | 09                                                              |
|    |                                                    |    |                                                | 3.2. IPPU   | 10                                                              |
| 11 | Bab 4<br>Proyeksi Emisi 'Baseline' Sektor Nasional | 18 | Bab 5<br>Alokasi Emisi 'Baseline' Sub-Nasional | 20          | Bab 6<br>Penetapan Emisi Baseline Kota; Konsensus 'Stakeholder' |
|    | 4.1. Energi                                        |    |                                                | 6.1. Energi | 20                                                              |
|    | 4.2. IPPU                                          |    |                                                | 6.2. IPPU   | 21                                                              |
|    | 4.3. AFOLU                                         |    |                                                | 6.3. AFOLU  | 22                                                              |
|    | 4.4. Limbah                                        |    |                                                | 6.4. Limbah | 22                                                              |
| 23 | Bab 7<br>Penutup                                   |    |                                                |             |                                                                 |

## Daftar Gambar

---

|            |                                                             |    |
|------------|-------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.1 | Emisi Langsung dan Emisi Tidak Langsung pada Kota/Kabupaten | 10 |
| Gambar 4.1 | Proyeksi dan Intensitas Emisi GRK Skenario 'Baseline' 9     | 12 |

## Daftar Tabel

---

|           |                                                                                           |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.1 | Variabel Pengikat (Proxy) dalam Pembentukan Emisi Baseline per Sumber Emisi Sektor Limbah | 17 |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## BAB 1



# PENDAHULUAN

Komitmen Indonesia dalam menurunkan emisi GRK sebanyak 31,89% (dengan usaha sendiri) dan 43,2% (dengan dukungan internasional) pada tahun 2030 merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari tantangan pembangunan. Diperlukan upaya yang menyeluruh dan sinergis agar Indonesia dapat mencapai target penurunan emisi tersebut, baik dari sisi pemerintah maupun dari kalangan masyarakat.

Dalam mengukur kinerja pencapaian target penurunan emisi GRK, diperlukan suatu instrumen pembandingan yang disebut dengan *baseline*. Emisi *baseline* merupakan besaran emisi yang dihitung dengan mengasumsikan

tidak adanya intervensi atau aksi mitigasi apapun sebagai upaya untuk mengurangi emisi GRK.

Emisi *baseline* digunakan sebagai alat untuk menilai pencapaian kebijakan atau program aksi mitigasi yang dijalankan. Oleh karena fungsinya yang penting tersebut, dibutuhkan pembuatan *baseline* yang handal dan dapat dipertanggungjawabkan secara keilmuan.

Dalam hal penentuan emisi *baseline*, terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan, yang akan dibahas lebih lanjut dalam bab-bab selanjutnya. Perlu digarisbawahi, dalam menentukan metode penetapan *baseline*, asumsi ilmiah yang mendasari penentuan tersebut harus dapat dijelaskan dengan baik.

## BAB 2 DEFINISI EMISI 'BASELINE'



*Baseline* emisi GRK adalah perkiraan tingkat emisi dan proyeksi GRK dengan skenario tanpa intervensi kebijakan, teknologi, maupun program mitigasi dari bidang-bidang yang telah diidentifikasi dalam kurun waktu yang disepakati atau disebut juga *Business as Usual Baseline* (BAU *Baseline*). Sehingga, penurunan emisi GRK didefinisikan berdasarkan perbedaan tingkat emisi (BAU) *baseline* dengan tingkat emisi mitigasi.

Berdasarkan tujuan perhitungan penurunan emisi, ada dua jenis *baseline*, yaitu *baseline* proyek dan *baseline* sektoral. *Baseline* proyek adalah emisi *baseline* yang digunakan dalam menghitung pengurangan emisi dari aksi mitigasi skala proyek, sedangkan *baseline* sektoral adalah emisi *baseline* yang digunakan dalam menentukan pengurangan emisi yang dicapai dari kegiatan mitigasi pada sector secara keseluruhan.

Penurunan emisi skala proyek dicatat dalam Sistem Registrasi Nasional (SRN) yang mencatat

pencapaian penurunan emisi GRK. Sementara, pencapaian penurunan emisi secara sektoral akan dilaporkan kepada UNFCCC dalam rangka komitmen Indonesia dalam penurunan emisi GRK berdasarkan Persetujuan Paris atau *Paris Agreement*.

Penetapan emisi *baseline* harus didasari dengan asumsi yang dapat dijelaskan secara ilmiah. Selain itu, dalam perhitungannya juga harus mempertimbangkan kondisi-kondisi khusus yang terjadi pada saat perhitungan, contohnya seperti Pandemi Covid-19, yang berdampak cukup signifikan pada berbagai sektor.

Selain sebagai acuan penurunan emisi GRK, emisi *baseline* juga digunakan sebagai referensi dalam penentuan kebijakan yang berkaitan dengan upaya mitigasi dan target yang diharapkan dari kebijakan tersebut.

## BAB 3 METODE UMUM PENENTUAN TINGKAT EMISI



Terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan dalam menetapkan *baseline*, diantaranya: (a) *Base year*, (b) Tren historis, (c) Proyeksi data aktivitas, (d) Pemodelan berdasarkan rencana kebijakan (*forward looking*), dan (e) Intensitas emisi.

Penetapan tahun dasar (*base year*) yang digunakan untuk negara *Non-Annex 1* seperti Indonesia untuk pelaporan inventarisasi GRK mengalami perubahan, yaitu tahun dasar 1994 untuk Laporan Komunikasi Nasional Pertama (*First National Communication*), tahun dasar 2005 untuk Laporan Komunikasi Nasional Kedua (*Second National Communication*), dan tahun dasar 2010 untuk Laporan Komunikasi Nasional Ketiga (*Third National Communication*). Hal ini disebabkan oleh beberapa perubahan metodologi dan asumsi, serta perbaikan data aktivitas dan faktor emisi.

Pada *First Nationally Determined Contribution* (*First NDC*) Indonesia, tahun dasar yang digunakan adalah tahun 2010, data realisasi inventarisasi emisi GRK menggunakan data tahun 2010-2015, dan proyeksi *baseline* emisi GRK adalah tahun 2010-2030 tanpa intervensi kebijakan dan teknologi mitigasi.

Pendekatan menggunakan tren historis yakni didasari pada laju emisi historis dalam kurun waktu tertentu dengan asumsi emisi/serapan masa depan akan sama dengan laju emisi

historis. Mengacu pada NDC, artinya tren historis dilihat dari laju emisi pada tahun 2010-2015.

Pada pemodelan *forward looking*, emisi *baseline* didasarkan pada pemodelan yang dibuat dengan mengacu pada rencana kebijakan dan pembangunan wilayah. Metode ini cocok digunakan terutama pada sektor LULUCF (*Land Use, Land Use Change, and Forestry*), karena sulit untuk memproyeksikan penggunaan lahan berdasarkan tren. Penggunaan lahan sangat erat kaitannya dengan perencanaan wilayah suatu kota/kabupaten, sehingga pendekatan ini dapat digunakan.

Pendekatan menggunakan intensitas emisi dapat dikatakan sebagai pendekatan yang paling representatif, karena perubahan data aktivitas yang tidak alami atau tidak biasa dapat tertangkap melalui metode ini, misalnya saja jumlah penduduk yang tiba-tiba naik atau tiba-tiba turun. Data seperti ini tetap dapat dibandingkan tahun per tahun jika menggunakan pendekatan intensitas emisi.

Sebagai contoh, (intensitas) emisi *baseline* dapat dibentuk menggunakan *simple trend analytical* (**Compendium on Greenhouse Gas Baselines and Monitoring, 2016**), dengan menggunakan variabel makro ekonomi (PDB atau PDB/kapita) dan populasi (kapita). Namun demikian, terdapat kondisi-kondisi tertentu yang menyebabkan pendekatan intensitas emisi tidak dapat (sulit)

atau tidak tepat untuk dilakukan, sehingga proyeksi emisi *baseline* harus dilakukan dengan nilai absolut (dalam satuan ton CO<sub>2</sub>e).

Intensitas emisi *baseline* dihitung berdasarkan intensitas emisi 2010 (mengikuti tahun dasar NDC). Jika data 2010 tidak tersedia, intensitas emisi *baseline* dihitung pada tahun paling awal dalam rentang inventori yang dilakukan. Intensitas emisi *baseline* disajikan dalam: ton CO<sub>2</sub>/kapita, atau ton CO<sub>2</sub>/PDB, atau ton CO<sub>2</sub>/PDB/kapita, yaitu:

- Intensitas dalam ton CO<sub>2</sub>e/kapita terkait dengan: konsumsi LPG/gas alam pemukiman, pengolahan sampah, dan pengolahan limbah cair domestik. Sumber emisi ini terkait erat dengan kebutuhan personal dari setiap masyarakat.
- Intensitas dalam ton CO<sub>2</sub>e/PDB terkait dengan: konsumsi listrik dan pembakaran *fossil fuel* di sektor komersial dan industri,

pembakaran solar di transportasi, dan pengolahan/pembuangan limbah cair industri. Sumber emisi ini terkait dengan perubahan ekonomi kota, sehingga sesuai jika dikaitkan dengan perubahan nilai PDB Kota.

- Intensitas emisi dalam ton CO<sub>2</sub>e/(PDB/kapita), diaplikasikan untuk sumber emisi: konsumsi listrik di pemukiman dan perkantoran, serta konsumsi bensin. Sumber emisi ini terkait dengan perubahan ekonomi dan kebutuhan personal.

Terdapat kejadian-kejadian global yang dapat mempengaruhi tingkat emisi GRK. Emisi *baseline* harus memperhitungkan efek dari Covid-19 pada berbagai sektor, dimana dilakukan koreksi terhadap emisi *baseline* (dengan asumsi koreksi emisi *baseline* linier dengan koreksi variabel pengikat yang dipakai (PDB atau PDB/kapita atau kapita). Rentang tahun inventori sesuai dengan ketersediaan data di kota.

### 3.1. ENERGI



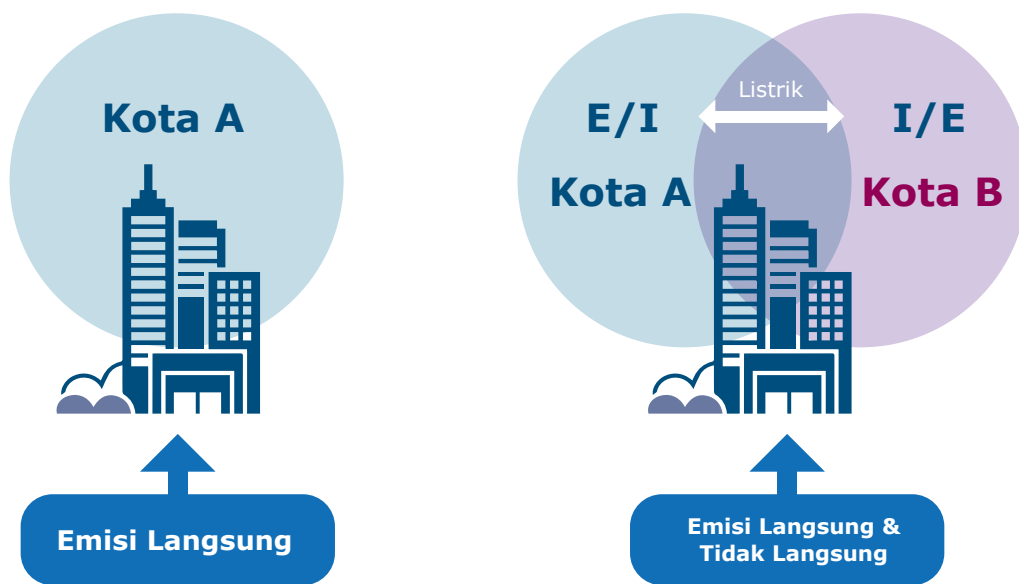
Pada sektor energi, proyeksi emisi *baseline* hanya merupakan *output* dari proyeksi konsumsi bahan bakar dan

listrik pada masing-masing kota/kabupaten. Oleh karena itu, setiap kota/kabupaten perlu membuat proyeksi kebutuhan bahan bakar dan listrik menurut sektor industri, transportasi, rumah tangga, komersial, dan lainnya (pertanian, konstruksi, dan pertambangan), termasuk rencana penambahan kapasitas pembangkit listrik dan konsumsi bahan bakarnya. Dari proyeksi

kebutuhan bahan bakar ini (fosil, non-fosil, dan listrik) akan dihitung proyeksi emisi *baseline* tahun 2010 sd 2030.

Untuk daerah/wilayah tertutup yang kebutuhan listriknya diperoleh secara mandiri dari daerah tersebut, maka proyeksi penghitungan emisi secara tidak langsung (*indirect emission*) tidak diperlukan karena sudah tercermin dari emisi GRK atas bahan bakar yang dikonsumsi oleh pembangkit listrik setempat. Namun, untuk daerah/wilayah yang sebagian/seluruh pasokan listriknya diperoleh dari luar daerah/wilayah kabupaten/kota, maka emisi tidak langsung perlu diperhitungkan guna memahami seberapa besar tingkat emisi GRK riil di daerah/wilayah kota tersebut.

Untuk daerah yang tertutup (Kota A), faktor emisi listrik dapat dihitung secara mandiri melalui pembagian total emisi GRK atas konsumsi bahan bakar fosil di kota A tersebut dibagi dengan total produksi listrik semua jenis pembangkit listrik. Faktor Emisi (FE) listrik ini dikenal dengan sebutan FE listrik *Operating Margin* (OM). Adapun untuk kota yang terbuka yang juga memperoleh listrik dari luar Kota B, maka FE listrik menggunakan FE listrik OM yang terjadi pada sistem jaringan ketenagalistrikan di wilayah setempat. Penggunaan FE listrik ini menjadi penting karena potensi reduksi emisi GRK juga terjadi akibat pemanfaatan teknologi peralatan listrik yang efisien.



**Gambar 3.1** | Emisi Langsung dan Emisi Tidak Langsung pada Kota/Kabupaten

### 3.2. IPPU



Pendekatan intensitas emisi sektor IPPU dapat menggunakan PDB dan/atau jenis produk industri sebagai variabel pengikatnya. Pada tingkat proyek (industri), penentuan *baseline* dapat mengacu pada jumlah produk, yakni dalam ton CO<sub>2</sub>/ton produk. Sementara itu, pada tingkat sektoral (kota), dapat digunakan variabel PDB, karena proses yang terdapat pada sektor IPPU terkait dengan perubahan ekonomi kota, sehingga intensitas emisinya dinyatakan dalam ton CO<sub>2</sub>/PDB.

## BAB 4

# PROYEKSI EMISI 'BASELINE' SEKTOR NASIONAL



*Baseline* skenario BAU dari proyeksi emisi nasional dimulai dari tahun 2010, sebaiknya kota/kabupaten mengikuti tahun dasar ini. Akan tetapi, jika data tidak tersedia, dapat menggunakan intensitas emisi tahun paling awal dalam rentang inventori yang dilakukan. Tipe gas yang dihitung adalah CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O. Skenario emisi dimodelkan ketika pembangunan tidak mempertimbangkan kebijakan mitigasi perubahan iklim (setelah tahun dasar).

### 4.1. ENERGI



Proyeksi emisi  
*baseline* Sektor  
Energi dalam  
*First Nationally  
Determined  
Contribution*

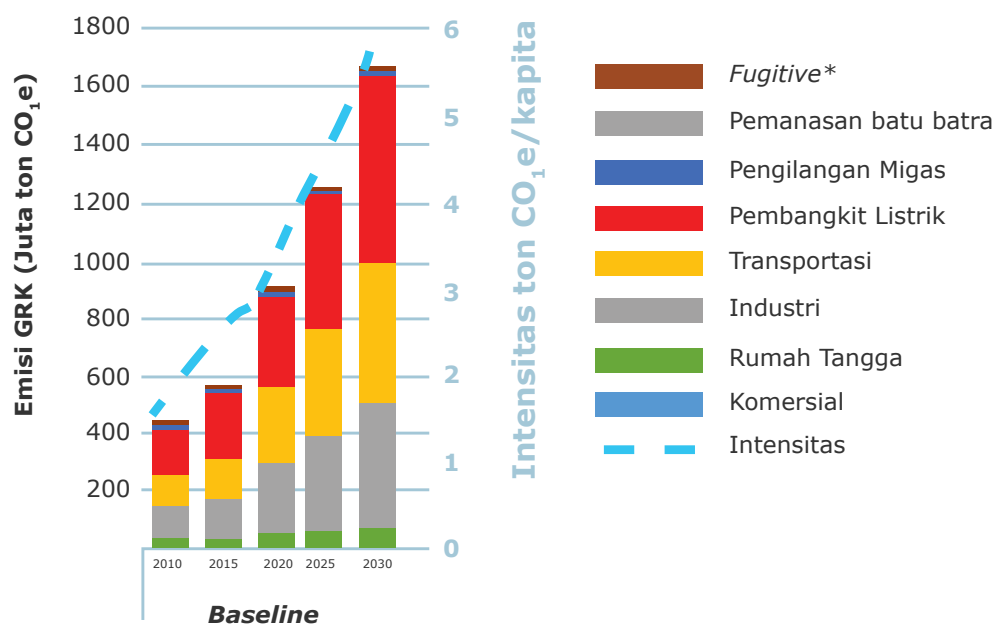
(*First NDC*) Indonesia disusun pada tahun 2016 menggunakan tahun dasar tahun 2010, tetapi mempertimbangkan data realisasi inventori emisi GRK tahun 2010 sd 2015 ditambah dengan realisasi mitigasi GRK akibat pelaksanaan kebijakan pemerintah dan pemanfaatan energi terbarukan. Beberapa kebijakan pemerintah yang berpotensi mereduksi emisi GRK yang tidak dipertimbangkan dalam emisi *baseline* diantaranya mencakup program pemanfaatan gas bumi untuk memasak di rumah tangga, peningkatan pemanfaatan biodiesel, peningkatan pemanfaatan bahan bakar gas bumi untuk transportasi darat, tambahan pemanfaatan LPG

sebagai substitusi minyak tanah untuk memasak di rumah tangga, dan lainnya. Selanjutnya dibuat proyeksi emisi *baseline* hingga tahun 2030 menggunakan asumsi pertumbuhan ekonomi, pertumbuhan penduduk, dan asumsi intensitas kebutuhan energi yang konstan.

Berbagai kebijakan energi yang ditetapkan setelah tahun 2011 yang berpotensi menurunkan emisi GRK dikeluarkan dalam membuat proyeksi emisi *baseline* hingga tahun 2030. Proyeksi kebutuhan listrik dan pembangkit listrik tahun 2030 menggunakan proyeksi yang tertuang dalam Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2015 (proyeksi tahun 2016 sd 2025) yang diperpanjang hingga tahun 2030. Adapun rencana penambahan pembangkit efisien dan pembangkit energi terbarukan dikeluarkan dalam proyeksi *baseline* karena merupakan jenis pembangkit listrik aksi mitigasi.

Pada skenario *baseline*, emisi GRK diproyeksikan berdasarkan asumsi bahwa sejak tahun dasar 2010 sektor energi berkembang mengikuti skenario *business as usual* (BAU), yaitu tidak ada upaya intervensi yang bertujuan untuk menurunkan emisi GRK. Dengan demikian, pada skenario *baseline* perkembangan sektor energi pada dasarnya meneruskan tren perkembangan energi yang terjadi sebelum tahun dasar. Penggerak perkembangan energi pada skenario BAU adalah pertumbuhan populasi dan perkembangan ekonomi nasional maupun sektoral. Asumsi pertumbuhan populasi mengikuti proyeksi yang dipublikasi BPS, sedangkan asumsi pertumbuhan ekonomi hingga 2030 berkisar antara 5%-5,5% tahun. Asumsi pertumbuhan sektor listrik mengikuti RUPTL yang tersedia pada saat NDC disusun, yaitu RUPTL 2016-2025.

Asumsi-asumsi yang digunakan pada skenario *baseline*, diantaranya adalah tidak ada upaya ekstra untuk meningkatkan efisiensi energi pada semua sub-sektor pengguna energi, tidak ada penambahan pembangkit energi terbarukan sejak tahun dasar, penambahan kebutuhan listrik dipenuhi dengan pembangunan pembangkit batu bara konvensional (teknologi setara *sub-critical power plant*), PLTD dan pembangkit gas yang telah ada dalam skema perencanaan penambahan pembangkit sebelum tahun dasar, tidak adanya *fuel switching* menuju bahan bakar rendah emisi, teknologi transportasi yang digunakan sama dengan teknologi transportasi di tahun dasar, tidak ada upaya pergeseran moda transportasi menuju kendaraan massal, tidak ada upaya ekstra untuk penambahan pangsa penggunaan bahan bakar nabati.



\*emisi CH<sub>4</sub> fugitive dari fasilitas produksi migas hulu (flaring, venting, leaks) kilang BBM, dan tambang batu bara

**Gambar 4.1** | Proyeksi dan Intensitas Emisi GRK Skenario Baseline

Baseline emisi sektor energi dalam 1st NDC Indonesia (2016) adalah:

Tingkat emisi *baseline* sektor energi (2010)

**453,2**  
Juta ton CO<sub>2</sub>e.

Tingkat emisi *baseline* sektor energi (2030)

**1.669**  
Juta ton CO<sub>2</sub>e.

Peningkatan emisi *baseline* rerata tahunan

**13,41%**

## 4.2. IPPU



Dalam kondisi *baseline*, emisi IPPU dimodelkan ketika pembangunan tidak mempertimbangkan kebijakan mitigasi perubahan iklim (setelah tahun dasar), yaitu:

- Tidak ada perubahan "*clinker to cement ratio*" (*blended cement*), yaitu 80%.
- Tidak ada optimasi pemanfaatan gas bumi (*feedstock*) dan CO<sub>2</sub> recovery pada *Primary Reformer*.
- Tidak ada CO<sub>2</sub> recovery, *improvement process* pada smelter, dan pemanfaatan besi bekas (*scrap*) pada industri besi dan baja.

Baseline emisi sektor energi dalam 1st NDC Indonesia (2016) adalah:

Tingkat emisi *baseline* sektor energi (2010)  
**36**  
Juta ton CO<sub>2</sub>e.

Tingkat emisi *baseline* sektor energi (2030)  
**69,6**  
Juta ton CO<sub>2</sub>e.

Peningkatan emisi *baseline* rerata tahunan  
**3,4%**

Jika dilihat intensitasnya terhadap PDB industri pengolahan, intensitas emisi *baseline* sektor IPPU yaitu:

- A. PDB merupakan PDB ADHK 2010 (sektor industri pengolahan), tahun 2010 dan (proyeksi) 2030 dari BPS.

### Intensitas emisi *baseline* (2010):

$$= \frac{\text{Tingkat emisi sektor IPPU (ton CO}_2\text{e)}}{\text{PDB}} = \frac{36 \text{ Juta ton CO}_2\text{e}}{1.512.760,80 \text{ (Rp.Miliar)}}$$

$$= 23,80 \left( \frac{\text{ton CO}_2\text{e}}{\text{Rp.Miliar}} \right)$$

### Intensitas emisi *baseline* (2030):

$$= \frac{\text{Tingkat emisi sektor IPPU (ton CO}_2\text{e)}}{\text{PDB}} = \frac{69,6 \text{ Juta ton CO}_2\text{e}}{\text{..... (Rp.Miliar)}} = \text{.....} \left( \frac{\text{ton CO}_2\text{e}}{\text{Rp.Miliar}} \right)$$

### 4.3. AFOLU



*Baseline* sektor AFOLU disusun menggunakan pendekatan *forward looking*, *AFOLU Dashboard Model*, dengan asumsi perencanaan pembangunan sama sekali tidak menyertakan kebijakan maupun program mitigasi perubahan iklim. Kebijakan lain seperti swasembada padi diasumsikan terpenuhi, permintaan lahan untuk peternakan dan pemukiman terpenuhi, serta target produksi beberapa komoditas strategis seperti sawit dan sawit juga selalu tercapai.

Asumsi yang dikembangkan untuk menghitung emisi BAU adalah sebagai berikut:

- Laju deforestasi untuk BAU 2013-2020 mengikuti *baseline* FREL-REDD yaitu **0.920 juta ha/tahun**.
- Laju deforestasi BAU 2021-2030 diasumsikan menurun menjadi **0.820 juta ha/tahun**.
- Laju ekstraksi kayu dari hutan alam **50 m<sup>3</sup>/ha** pada tahun 2010 dan pada tahun 2050 sudah mencapai **30 m<sup>3</sup>/ha**.
- Laju pembangunan HTI untuk BAU mengikuti laju historis dan persentase lahan layak tanam sekitar **63%**.
- Semua hutan yang dibuka untuk keperluan pembangunan, kayu yang dihasilkan diasumsikan semuanya dimanfaatkan (tidak dibuang)
- Pemanfaatan kayu sawit dan karet saat akhir rotasi/peremajaan diasumsikan hanya sebagian.
- Indeks penanaman padi **2.11** untuk Pulau Jawa dan dari **1.7** untuk luar Pulau Jawa.
- Indeks penanaman untuk tanaman semusim (IP) 2 artinya penanaman pada lahan yang sama dilakukan 2 kali dalam setahun.
- PDB dan populasi ternak untuk semua skenario BAU sama dengan mitigasi.
- Pertumbuhan populasi ternak mengikuti *rate* historis, lebih rendah dari *rate* pertumbuhan permintaan terhadap daging.

Faktor-faktor di atas dan perubahannya dalam memenuhi berbagai perubahan target produksi komoditas-komoditas utama seperti sawit, padi dan kayu juga perubahan komoditas lain baik pangan, pakan maupun untuk kebutuhan pemukiman akan mendorong perubahan tata guna lahan. Perubahan tata guna lahan akan menghasilkan emisi GRK dan tingkat emisi dari tiap jenis lahan dapat dikurangi dengan mengimplementasikan aksi mitigasi. Hasil analisis mengindikasikan bahwa konversi hutan yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan lahan akan produksi pangan dan pakan, pemukiman, serta capaian target produksi komoditas-komoditas utama masih lebih kecil daripada tingkat deforestasi yang digunakan pada FREL untuk REDD+ pada periode 2013 – 2020.

Baseline emisi sektor pertanian adalah (1st NDC Indonesia, 2016):

Tingkat emisi *baseline* sektor pertanian (2010)

**110.5**  
Juta ton CO<sub>2</sub>e.

Tingkat emisi *baseline* sektor pertanian (2030)

**119.6**  
Juta ton CO<sub>2</sub>e.

Peningkatan emisi *baseline* rerata tahunan

**0,41%**

Baseline emisi sektor kehutanan adalah (**1st NDC Indonesia, 2016**):

Tingkat emisi *baseline* sektor kehutanan (2010)

**647.0**  
Juta ton CO<sub>2</sub>e.

Tingkat emisi *baseline* sektor kehutanan (2030)

**714.0**  
Juta ton CO<sub>2</sub>e.

Peningkatan emisi *baseline* rerata tahunan

**0,52%**

#### 4.4. LIMBAH



*Baseline* skenario BAU dari proyeksi emisi nasional dimulai dari tahun 2010, sebaiknya Kota/Kabupaten mengikuti tahun dasar ini. Akan tetapi, jika data tidak tersedia, gunakan intensitas emisi tahun paling awal dalam rentang inventori yang dilakukan. Tipe gas yang dihitung adalah CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, dan N<sub>2</sub>O. Skenario emisi dimodelkan ketika pembangunan tidak memper-  
timbangkan kebijakan mitigasi perubahan iklim (setelah tahun dasar).

Baseline emisi sektor limbah adalah (**1st NDC Indonesia, 2016**):

Tingkat emisi *baseline* sektor limbah (2010)

**88**  
Juta ton CO<sub>2</sub>e.

Tingkat emisi *baseline* sektor limbah (2030)

**296**  
Juta ton CO<sub>2</sub>e.

Peningkatan emisi *baseline* rerata tahunan

**6,3%**

Jika dilihat intensitasnya terhadap populasi, PDB, dan PDB/kapita, intensitas emisi *baseline* sektor limbah, adalah:

- A** Terhadap populasi, dimana jumlah penduduk merupakan Proyeksi Penduduk menurut Provinsi, 2010-2035 (<https://www.bps.go.id>):

##### Intensitas emisi *baseline* (2010):

$$= \frac{\text{Tingkat emisi sektor limbah (ton CO}_2\text{e)}}{\text{populasi (jiwa)}} = \frac{88 \text{ Juta ton CO}_2\text{e}}{238.518.800 \text{ jiwa}} = 0,37 \left( \frac{\text{ton CO}_2\text{e}}{\text{kapita}} \right)$$

##### Intensitas emisi *baseline* (2030):

$$= \frac{\text{Tingkat emisi sektor limbah (ton CO}_2\text{e)}}{\text{populasi (jiwa)}} = \frac{296 \text{ Juta ton CO}_2\text{e}}{296.405.100 \text{ jiwa}} = 1,00 \left( \frac{\text{ton CO}_2\text{e}}{\text{kapita}} \right)$$

- B** Terhadap PDB, dimana PDB merupakan PDB ADHK 2010, tahun 2010 dan (proyeksi) 2030 dari BPS.

**Intensitas emisi baseline (2010):**

$$= \frac{\text{Tingkat emisi sektor limbah (ton CO2e)}}{\text{PDB}} = \frac{88 \text{ Juta ton CO2e}}{6.864.133 \text{ (Rp.Miliar)}} = 12,82 \left( \frac{\text{ton CO2e}}{\text{(Rp.Miliar)}} \right)$$

**Intensitas emisi baseline (2030):**

$$= \frac{\text{Tingkat emisi sektor limbah (ton CO2e)}}{\text{PDB}} = \frac{296 \text{ Juta ton CO2e}}{\text{..... (Rp.Miliar)}} = \text{.....} \left( \frac{\text{ton CO2e}}{\text{(Rp.Miliar)}} \right)$$

- C** Terhadap PDB/kapita:

**Intensitas emisi baseline (2010):**

$$= \frac{\text{Tingkat emisi sektor limbah (ton CO2e)}}{\frac{\text{PDB}}{\text{Kapita}}} = \frac{88 \text{ Juta ton CO2e}}{28.778,2 \text{ (Rp.Ribu)}} = 3057,87 \left( \frac{\text{ton CO2e}}{\text{Rp.Ribu}} \right)$$

**Intensitas emisi baseline (2030):**

$$= \frac{\text{Tingkat emisi sektor limbah (ton CO2e)}}{\text{PDB / Kapita}} = \frac{296 \text{ Juta ton CO2e}}{\text{.....(Rp.Miliar)}} = \text{.....} \left( \frac{\text{ton CO2e}}{\text{Rp.Ribu}} \right)$$

Asumsi – asumsi sektor limbah dalam dokumen NDC, meliputi:

- Tidak ada penerapan *LFG recovery* dari 2010 ke 2030.
- Tidak ada pemanfaatan sampah melalui pengomposan dan 3R (kertas).
- Tidak ada kegiatan Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) dan *Refuse Derived Fuel* (RDF).

**Tabel 4.1.** | Variabel Pengikat (*Proxy*) dalam Pembentukan Emisi *Baseline* per Sumber Emisi Sektor Limbah

| KODE KATEGORI | DESKRIPSI SUMBER EMISI                                                                               | PROXY    |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>4A</b>     | Emisi CH <sub>4</sub> di <i>landfill</i> Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)                               | Populasi |
| <b>4B</b>     | Emisi CH <sub>4</sub> dan N <sub>2</sub> O dari pengolahan sampah secara biologis                    | Populasi |
| <b>4C1</b>    | Emisi CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , dan N <sub>2</sub> O dari pengolahan sampah secara termal  | Populasi |
| <b>4C2</b>    | Emisi CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , dan N <sub>2</sub> O dari pengolahan sampah secara terbuka | Populasi |
| <b>4D1</b>    | Emisi CH <sub>4</sub> , dan N <sub>2</sub> O dari pengolahan dan pembuangan air limbah domestik      | Populasi |
| <b>4D2</b>    | Emisi CH <sub>4</sub> , dan N <sub>2</sub> O dari pengolahan dan pembuangan limbah cair industri     | PDB      |

## BAB 5

# ALOKASI EMISI 'BASELINE' SUB-NASIONAL



Alokasi emisi *baseline* merupakan acuan untuk pemerintah Kota/Kabupaten dalam menentukan *baseline*, dan pada akhirnya untuk merencanakan target penurunan emisi. Emisi *baseline* kota/kabupaten tetap mengacu pada **Bab 3:**

### Pendekatan dalam Penetapan 'Baseline'.

Alokasi emisi *baseline* sub-nasional tidak dibuat dalam menyusun NDC sehingga sulit untuk menduga karena pertumbuhan ekonomi yang berbeda pada level nasional. Dalam konteks sektor energi, salah satu dokumen yang lengkap untuk memprediksi emisi *baseline* level sub-

nasional adalah RUPTL 2016 karena rencana pembangunan pembangkit sudah dirinci per wilayah. Hanya saja jumlah dan kapasitas pembangkit efisien dan energi terbarukan yang digantikan dengan PLTD dan PLTU batubara juga tidak ada sehingga tidak dapat digunakan untuk memetakan alokasi emisi *baseline* sub-nasional.

Dengan mengasumsikan intensitas emisi kota/kabupaten mengikuti intensitas emisi nasional (dalam NDC), maka acuan emisi *baseline* kota/kabupaten, adalah:

- A** Jika menggunakan proksi penduduk, maka alokasi emisi baseline kota/kabupaten, adalah:

### Intensitas emisi baseline (2010):

$$\text{Baseline emisi}_{\text{tahun } i} = \text{intensitas emisi NDC} \left( \frac{\text{ton CO}_2\text{e}}{\text{kapita}} \right) * \text{Populasi}_{\text{tahun } i}$$

- B** Jika menggunakan proksi (proxy) PDB (PDRB ADHK 2010), maka alokasi emisi baseline kota/kabupaten:

$$\text{Baseline emisi}_{\text{tahun } i} = \text{intensitas emisi NDC} \left( \frac{\text{ton CO}_2\text{e}}{\text{kapita}} \right) * \text{GDP}_{\text{tahun } i}$$

- C** Jika menggunakan proksi (proxy) PDB/kapita, maka emisi baseline kota/kabupaten, adalah:

$$\text{Baseline emisi}_{\text{tahun } i} = \text{intensitas emisi NDC} \left( \frac{\text{ton CO}_2\text{e}}{\text{GDP/kapita}} \right) * \text{GDP/ Kapita}_{\text{tahun } i}$$

## BAB 6

# PENETAPAN EMISI *BASELINE* KOTA; KONSENSUS '*STAKEHOLDER*'



### 6.1. ENERGI

Penetapan emisi *baseline* kota/kabupaten juga dapat mengikuti pola atau cara penyusunan emisi *baseline* level nasional. Setelah melakukan proyeksi emisi *baseline* lalu dievaluasi intensitas emisi GRK per PDRB atau per penduduk. Hal ini dilakukan sebagai *cross check* hasil perhitungan emisi *baseline* kota/kabupaten dengan proyeksi emisi *baseline*. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menetapkan emisi *baseline* daerah adalah sebagai berikut:



Menggunakan tahun dasar 2010.



Mengumpulkan data realisasi konsumsi bahan bakar fosil dan biomassa di semua sektor pengguna (pembangkit listrik, industri, transportasi, rumah tangga, komersial, ACM (pertanian, konstruksi, pertambangan) semaksimal mungkin.



Mengumpulkan data realisasi konsumsi listrik pelanggan PLN dan Non-PLN semaksimal mungkin.



Jika data realisasi tidak tersedia hingga tahun 2010, maka dilakukan gap analisis menggunakan berbagai pendekatan yang realistis.



Menghitung realisasi IGRK tahun 2010 sampai dengan 2019.



Mengumpulkan data realisasi PDRB dan penduduk tahun 2010 s/d 2019.



Menetapkan proyeksi PDRB dan penduduk kota/kabupaten tahun 2020 hingga tahun 2030, serta parameter lain yang relevan.



Menghitung realisasi mitigasi GRK yang sudah terjadi selama tahun 2011 s/d 2019.



Menambahkan nilai realisasi mitigasi GRK ke realisasi inventori GRK (IGRK) tahun 2011 s/d 2019.



Menyusun proyeksi emisi baseline dengan mempertimbangkan berbagai parameter tersebut (realisasi IGRK, realisasi mitigasi GRK pertumbuhan PDRB dan penduduk, serta parameter lainnya).



Hasil penghitungan proyeksi emisi baseline disusun dengan mempertimbangkan prinsip IGRK (Transparan, Akurat, Konsisten, Lengkap, Komparabel / TACCC).

## 6.2. IPPU

Emisi *baseline* sektor IPPU dapat ditentukan berdasarkan intensitas emisi dalam ton CO<sub>2</sub>/PDB atau ton CO<sub>2</sub>/ton produk. Jika data dan estimasi produksi 2010-2030 tersedia (akumulasi produksi kota), maka emisi *baseline* jenis industri –i dibentuk dari total emisi jenis industri –i dibagi total produksi jenis industri –i. Intensitas emisi *baseline* diambil dari estimasi tahun 2010 (sesuai NDC).

Total emisi *baseline* kota pada tahun i merupakan akumulasi intensitas *baseline* dikali produksi seluruh tipe industri, pada tahun i. Total emisi *baseline* tahun i dapat dibagi dengan PDB tahun i, untuk mendapatkan acuan intensitas emisi kota dibanding intensitas emisi nasional.

### 6.3. AFOLU

Pendekatan analisis tren digunakan untuk menyusun emisi BAU sektor AFOLU, yang dibedakan menjadi emisi BAU pertanian dan BAU perubahan lahan dan kehutanan. Emisi BAU sektor AFOLU dapat disusun dengan pertimbangan beberapa hal:

- A. Tahun target sama dengan NDC yaitu 2030
- B. Tahun dasar juga sesuai dengan NDC yaitu 2010
- C. Data populasi ternak 2010-2020 dengan pertumbuhan ternak mengikuti laju historis
- D. Data historis luas panen padi sawah 2010-2020 dengan pertumbuhan/penurunan padi mengikuti laju historis
- E. Data penggunaan pupuk urea dan pupuk N menggunakan data realisasi pupuk subsidi dan atau kebutuhan tanaman pangan di lahan basah dan lahan kering
- F. Data perubahan penggunaan lahan dan kehutanan menggunakan data bersumber dari Bappeda atau KLHK dan dinamikanya mengikuti tren historis.
- G. Jika data aktivitas tidak tersedia lengkap, maka dilakukan analisis senjang menggunakan berbagai pendekatan yang realistis.
- H. Emisi historis 2010-2020 disusun menggunakan data aktivitas yang tersedia dan yang diturunkan dari analisis senjang
- I. Proyeksi BAU 2021-2030 disusun berdasarkan analisis tren dari data aktivitas/emisi 2010-2020 dengan asumsi tidak intervensi kebijakan dan tindakan mitigasi di masa depan.
- J. Emisi *baseline* disajikan dalam ton CO<sub>2</sub>equivalent (CO<sub>2</sub>e).

### 6.4. LIMBAH

Emisi *baseline* sektor limbah dapat ditetapkan berbasiskan:

- A. Intensitas emisi per populasi untuk sumber emisi: pengolahan sampah secara biologis dan pembakaran secara terbuka.
- B. Intensitas emisi per PDB untuk sumber emisi: pengolahan & pembuangan limbah cair industri.
- C. Emisi absolut (ton CO<sub>2</sub>e) berdasarkan model *First Order Decay* (IPCC, 2006), tanpa adanya *methane recovery* dan reduksi sampah *biodegradable* untuk emisi di *landfill* TPA (SWDS).
- D. Tren emisi absolut (ton CO<sub>2</sub>e) tanpa adanya *methane recovery* dan *sludge removal* untuk pengolahan & pembuangan limbah cair domestik.
- E. Tren emisi absolut (ton CO<sub>2</sub>e), tanpa *energy recovery*, jika terdapat *energy recovery*, ekspor fuel (*syn gas*, *char*, dll) dilaporkan ke inventor energi, untuk insinerasi.

Emisi *baseline* kota merupakan akumulasi dari seluruh sumber emisi *baseline* 2010 – 2030 (disajikan per tahun), yang dapat disajikan dalam bentuk emisi absolut (ton CO<sub>2</sub>e), atau dalam bentuk intensitas emisi (ton CO<sub>2</sub>e/kapita).

## BAB 7

# PENUTUP



Penentuan emisi *baseline* seringkali tidak sesederhana rumus baku yang tertulis pada pedoman-pedoman yang ada. Pada kasus-kasus tertentu, perlu dilakukan penyesuaian dalam menentukan basis asumsi penentuan emisi *baseline*. Misalnya, ketika data yang tersedia tidak lengkap, tren data historis yang menurun, dll. Hal-hal seperti ini akan sangat membutuhkan analisis yang komprehensif serta pandangan dari para ahli di sektor emisi masing-masing.



# [MITIGASI] MODUL 2

## INVENTARISASI GAS RUMAH KACA



IPB University  
— Bogor Indonesia —



Co-funded by the  
European Union



United Cities and  
Local Governments  
Asia-Pacific

