

## INVENTARISASI GAS RUMAH KACA

Oleh : Martono \*)

### Abstrak

*Diperlukan persyaratan dalam melakukan inventarisasi gas rumah kaca sehingga memudahkan dan siap untuk diverifikasi yang selanjutnya dapat dilakukan perhitungan emisi GRK yang dihasilkan dari suatu kegiatan, persyaratan tersebut disingkat TACCC ((Transparency, Accuracy, Consistency, Comparability dan Completeness)*

### 1. Prinsip Dasar

Untuk menghasilkan inventarisasi Gas Rumah Kaca yang berkualitas dan siap untuk diverifikasi, terdapat lima prinsip dasar yang harus dipenuhi ialah prinsip transparansi (**Transparency**), akurasi (**Accuracy**), konsistensi (**Consistency**), komparabel atau dapat diperbandingkan (**Comparability**), dan kelengkapan (**Completeness**) atau sering disingkat dengan **TACCC**. Untuk dapat memenuhi prinsip-prinsip ini, maka dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK hal yang harus dilaksanakan ialah:

#### **Transparansi (Transparency)**

Semua dokumen dan sumber data yang digunakan dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK harus disimpan dan didokumentasikan dengan baik sehingga orang lain yang tidak terlibat dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK dapat memahami bagaimana hasil inventarisasi tersebut disusun. Dalam hal ini metodologi, sumber data, faktor emisi, asumsi yang digunakan untuk menduga data aktivitas tertentu dari data lain yang tersedia dan referensi yang digunakan dalam

penyusunan inventarisasi GRK harus dicatat sehingga bisa disampaikan secara transparan.

#### **Akurasi (Accuracy)**

Untuk estimasi emisi atau serapan GRK harus diupayakan sedapat mungkin tidak menghasilkan dugaan emisi yang terlalu tinggi (*over estimate*) atau terlalu rendah (*under estimate*). Jadi segala upaya untuk mengurangi bias perlu dilakukan sehingga hasil inventarisasi GRK yang dihasilkan benar merefleksikan emisi yang sebenarnya dan tingkat kesalahannya kecil. Segala upaya yang dilakukan untuk meningkatkan ketepatan dugaan emisi dan serapan GRK juga harus dicatat dan didokumentasikan dengan baik untuk memenuhi prinsip transparansi.

#### **Kelengkapan (Completeness)**

Semua dugaan emisi dan serapan untuk semua jenis GRK dilaporkan dengan lengkap dan apabila ada yang tidak diduga harus dijelaskan alasannya. Demikian juga kalau ada sumber emisi atau rosot yang tidak dihitung atau dikeluarkan dari inventarisasi GRK maka harus diberikan justifikasinya kenapa sumber atau rosot

tersebut tidak dimasukkan. Selain itu, inventarisasi GRK harus melaporkan dengan jelas batas (*boundary*) yang digunakan untuk menghindari adanya perhitungan ganda (*double counting*) atau adanya emisi yang tidak dilaporkan.

Ada beberapa simbol yang digunakan dalam melaporkan inventarisasi GRK untuk memenuhi prinsip kelengkapan yaitu NA (*not applicable*), NO (*not occurring*), NE (*not estimated*), IE (*including elsewhere*) dan C (*confidential*). Apabila ada diantara sumber emisi/rosovot yang sudah ditetapkan IPCC tidak dilaporkan karena kategori sumber/rosovot tersebut tidak menghasilkan emisi atau serapan untuk jenis gas tertentu maka digunakan notasi NA. Kalau emisi atau serapan memang tidak terjadi maka digunakan notasi NO. Apabila belum dihitung karena ketidakterersediaan data maka digunakan notasi NE. Apabila dihitung tetapi perhitungannya masuk ke dalam kategori sumber/rosovot yang tidak sesuai dengan yang sudah ditetapkan karena alasan tertentu maka digunakan notasi IE. Selain itu, kalau tidak dilaporkan secara tersendiri dalam sub-kategori tertentu karena alasan kerahasiaan tetapi sudah dimasukkan di tempat lain atau digabungkan ke dalam kategori lain digunakan notasi C.

#### **Konsistensi (Consistency)**

Semua estimasi emisi dan serapan dari sumber/rosovot untuk semua tahun inventarisasi harus menggunakan metode yang sama dengan kategori sumber dan rosovot yang sama juga sehingga perbedaan

emisi antar tahun benar merefleksikan perubahan emisi dari tahun ke tahun, bukan sebagai akibat perubahan metode yang digunakan atau bertambah/berkurangnya kategori sumber atau serapan yang digunakan. Apabila pada tahun inventarisasi tertentu ada perubahan yang dilakukan, misalnya perubahan metodologi atau merubah faktor emisi default IPCC dengan faktor emisi lokal, maka perlu dilakukan perhitungan ulang (*recalculation*) untuk tahun inventarisasi lainnya sehingga kembali menjadi konsisten.

Apabila tidak memungkinkan, misalnya adanya penambahan sumber emisi/rosovot baru pada tahun inventarisasi tertentu, sementara pada tahun inventarisasi sebelumnya tidak ada data tersedia, maka pada tahun inventarisasi yang tidak ada data aktivitasnya harus diduga datanya dengan teknik interpolasi atau ekstrapolasi. Untuk memenuhi prinsip transparansi maka setiap upaya yang dilakukan untuk mendapatkan inventarisasi yang konsisten harus dicatat dan didokumentasikan dengan baik.

#### **Komparabel (Comparability)**

Inventarisasi GRK harus dilaporkan sedemikian rupa sehingga dapat diperbandingkan dengan inventarisasi GRK dari daerah lain atau dengan negara lain. Untuk tujuan ini, inventarisasi GRK harus dilaporkan dengan mengikuti format yang telah disepakati oleh COP dan semua kategori sumber/rosovot dilaporkan mengikuti Format Pelaporan Umum (*Common Reporting Format/CRF*) yang telah

disepakati.

## 2. Tahapan Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca

Dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK, beberapa hal yang perlu dipahami oleh Kementerian / Lembaga (K/L) dan Pemerintah Daerah (PEMDA) ialah terkait:

- (i) siklus penyelenggaraan inventarisasi,
- (ii) analisis kategori sumber/rosot utama,
- (iii) analisis konsistensi,
- (iv) analisis ketidakpastian (*uncertainty*), dan
- (v) penjaminan dan pengendalian mutu atau *quality assurance (QA)/quality control (QC)*.

### Siklus Penyelenggaraan Inventarisasi GRK

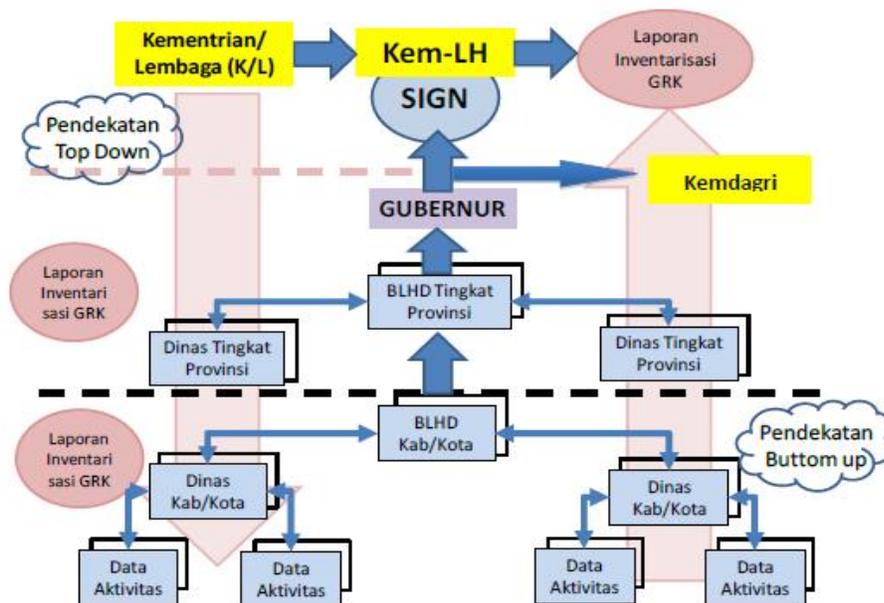
Penyelenggaraan inventarisasi gas rumah kaca merupakan suatu proses yang berkesinambungan karena melibatkan upaya perbaikan yang dilakukan terus menerus sejalan dengan semakin berkembangnya ketersediaan data dan pengetahuan terkait dengan pendugaan emisi dan serapan GRK dari sumber dan rosot dan pengalaman yang diperoleh dalam pelaksanaan inventarisasi sebelumnya. Memperhatikan siklus pelaksanaan Inventarisasi GRK sesuai dengan *IPCC Guidelines*, maka secara umum penyelenggaraan inventarisasi GRK mengikuti tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan evaluasi terhadap hasil inventarisasi GRK tahun sebelumnya sebagai bagian dari proses pengendalian mutu baik dari sisi kualitas data, metodologi, sistem dokumentasi,

analisis ketidakpastian hasil, konsistensi hasil dan pelaporannya. Apabila belum ada inventarisasi GRK sebelumnya, maka perlu dilakukan analisis awal terkait dengan sumber emisi/rosot utama (*key category*) dan ketersediaan dan kualitas data yang diperlukan untuk pendugaan emisi/serapan.

2. Melakukan analisis kategori kunci, yaitu mengidentifikasi sumber/rosot utama yang diperkirakan memberikan sumbangan yang besar terhadap total emisi atau serapan GRK. Analisis ini diperlukan untuk menentukan skala prioritas data apa yang perlu mendapatkan perhatian dalam proses pengumpulannya sehingga dapat menghasilkan inventarisasi GRK yang baik.
3. Mengidentifikasi metodologi dan ketersediaan data serta gap termasuk lembaga-lembaga yang dapat menyediakan data yang diperlukan untuk penyelenggaraan inventarisasi GRK, menyusun perencanaan terkait dengan mekanisme yang akan dikembangkan untuk penjaminan dan pengendalian mutu data (*quality assurance* dan *quality control* atau *QA/QC*), mengidentifikasi lembaga yang dapat mereview hasil inventarisasi GRK dan waktu pelaporan hasil inventarisasi ke lembaga di tingkat nasional yang berwenang (Gambar 1.1). Penyusunan perencanaan ini sangat penting agar inventarisasi dapat disusun dengan baik dan tepat waktu.
4. Mengumpulkan data aktivitas dan faktor

- emisi yang dituangkan dalam formulir yang disediakan dan kemudian melakukan perhitungan emisi/serapan GRK untuk setiap sektor oleh lembaga yang bertanggungjawab untuk melakukan perhitungan emisi/serapan GRK.
- Melakukan analisis ketidakpastian (uncertainty) untuk menilai tingkat akurasi dari emisi dugaan berdasarkan tingkat keakuratan data aktivitas dan faktor emisi yang digunakan serta analisis konsistensi.
  - Melakukan analisis kategori kunci untuk mengetahui sumber/rospot utama yang memberikan kontribusi sampai 95% dari total emisi terbesar terhadap total emisi daerah, sektor atau nasional.
  - Melakukan pengecekan ulang terhadap hasil inventarisasi GRK secara menyeluruh sebagai bagian dari proses penjaminan mutu (Quality Assurance) dan melakukan revisi apabila diperlukan



Gambar 1-1. Perencanaan untuk Membangun Hubungan dengan Lembaga yang Terlibat dalam Penyelenggaraan Inventarisasi GRK

### Analisis Ketidakpastian (Uncertainty Analysis)

Analisis ketidakpastian merupakan analisis untuk menilai sebesar apa kesalahan hasil dugaan emisi/serapan (tingkat *uncertainty*). Di dalam penyelenggaraan inventarisasi

seringkali kita tidak bisa menghindari penggunaan asumsi karena diperlukan dalam membangkit data atau membuat data yang tidak tersedia dari jenis data lain yang tersedia, menentukan batas wilayah yang dapat diwakili oleh data yang digunakan

dalam inventarisasi GRK (misalnya satu nilai faktor emisi dianggap dapat mewakili seluruh wilayah dan seluruh kurun waktu inventarisasi), pemilihan metode dan lain-lain.

Jadi munculnya uncertainty dimulai dari:

- (i) konseptualisasi asumsi,
- (ii) pemilihan model dan
- (iii) input data serta asumsi-asumsinya.

Asumsi-asumsi dan metode yang dipilih akan menentukan banyak dan jenis kebutuhan data dan informasi yang diperlukan. Bisa juga ada interaksi antara asumsi, data dan metode yang dipilih. Misalnya suatu kategori emisi bisa dipecah menjadi beberapa sub-kategori, sehingga diperlukan metodologi yang lebih rinci. Namun karena keterbatasan data, hal tersebut tidak bisa dilakukan sehingga diasumsikan bahwa pendugaan emisinya diwakili oleh satu kategori saja dan bisa diduga dengan menggunakan metode yang lebih sederhana.

Ada beberapa istilah lain yang digunakan untuk menyatakan tingkat ketidakpastian (*uncertainty*) dari suatu hasil pengukuran atau perhitungan. Istilah lain tersebut ialah akurasi (*accuracy*), presisi (*precision*) dan keragaman (*variability*). Istilah-istilah tersebut sering saling tertukar walaupun secara statistik terdapat perbedaan yang sangat jelas antara istilah-istilah tersebut. Definisi dari keempat istilah tersebut

sebagai berikut:

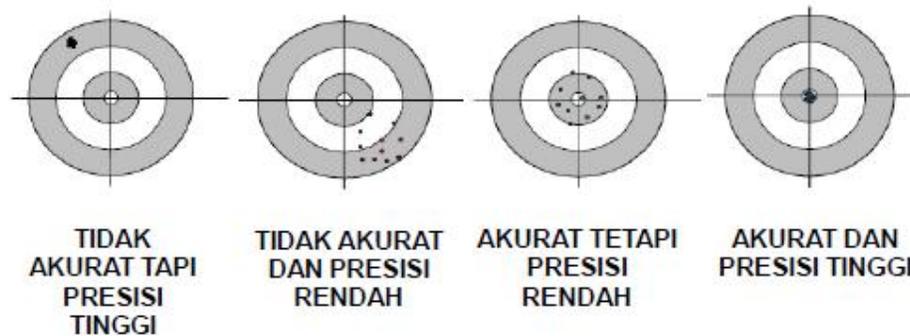
**a. Ketidakpastian (Uncertainty) :**

Kurangnya pengetahuan tentang nilai sebenarnya (*true value*) dari suatu peubah yang bisa dideskripsikan dalam bentuk sebaran kepekatan peluang atau *probability density function (PDF)*, yaitu mencirikan besar selang kemungkinan nilai dari peubah tersebut. Jadi *uncertainty* tergantung pada tingkat pengetahuan dari **analisis** dan tentu akhirnya akan berujung pada kualitas dan besaran dari nilai serta pengetahuan terkait dari proses dan metode dalam pengukuran dan pengumpulan data.

**b. Akurasi (Accuracy):** Kesesuaian antara nilai sebenarnya dengan rata-rata hasil observasi yang diperoleh dari pengukuran berulang (*repeated measurement*) dari suatu peubah.

**c. Presisi (Precision):** Kesesuaian antara rata-rata nilai dari beberapa hasil pengukuran berulang. Presisi yang baik akan memiliki kesalahan acak yang kecil dan tidak terkait dengan *accuracy*.

**d. Keragaman (Variability):** Keberagaman dari suatu peubah menurut waktu dan ruang atau anggota dari suatu populasi. Keragaman akan meningkat misalnya karena berubahnya rancangan dari suatu sumber emisi ke sumber emisi lainnya, atau kondisi operasi alat dari waktu ke waktu dari satu alat emisi yang sama. Keragaman terkait dari sifat dari **sistem** atau **alam** bukan akibat **analisis**.



Gambar 1-2. Ilustrasi Akurasi dan Presisi (IPCC, 2008)

Secara umum, sumber penyebab atau penyumbang terhadap besarnya tingkat *uncertainty* yang perlu dicermati oleh penyusun inventarisasi GRK ialah:

**a. Ketidaklengkapan data**

Pada banyak kasus, banyak data aktivitas yang diperlukan untuk inventarisasi GRK tidak tersedia karena memang tidak tersedia atau teknik pengukurannya belum tersedia.

**b. Model**

Model pendugaan emisi bisa sangat sederhana yaitu perkalian antara dua konstanta (data aktivitas dan faktor emisi) dan bisa juga sangat kompleks tergantung tingkat kompleksitas proses terjadinya emisi/serapan. Penggunaan model untuk menduga emisi/serapan dapat menghasilkan bias atau kesalahan karena (i) model merupakan penyederhanaan dari suatu sistem yang kompleks sehingga ada kesalahan; (ii) interpolasi yaitu model digunakan dengan menggunakan input data yang melebihi selang toleransi dari model; (iii) ekstrapolasi yaitu penggunaan model

pada lingkungan atau kondisi di luar batas dimana model tersebut dapat memberikan hasil dugaan yang baik; (iv) formulasi model tidak tepat; dan (v) input model termasuk data aktivitas dan faktor emisi merupakan data prakiraan.

**c. Ketidakterersediaan data**

Pada banyak kondisi seringkali data yang tidak tersedia diduga dengan pendekatan analog atau interpolasi atau ekstrapolasi yang semuanya ini mengandung kesalahan.

**d. Ketidakketerwakilan data**

Sumber ketidakpastian ini berhubungan dengan ketidaksinkronan antara data yang digunakan dengan kondisi yang diperlukan untuk menghitung emisi/serapan. Misalnya faktor emisi yang digunakan untuk menghitung emisi dari suatu sumber sesuai untuk wilayah yang kondisi iklimnya basah, akan tetapi faktor emisi tersebut digunakan pada wilayah dengan kondisi iklim kering.

**e. Kesalahan Acak Contoh**

Sumber ketidakpastian ini terjadi karena data atau faktor emisi yang digunakan

berasal dari pengambilan contoh yang sangat sedikit. Misalnya untuk laju emisi dari satu jenis kendaraan bermotor sangat berbeda tergantung umur kendaraan tersebut. Karena keterbatasan dana, maka faktor emisi dari kendaraan bermotor tersebut diduga berdasarkan pengukuran dari sejumlah contoh yang sangat terbatas sehingga faktor emisi yang diperoleh memiliki keragaman yang besar. Untuk mengatasi masalah ini biasanya dilakukan dengan meningkatkan jumlah contoh.

#### f. Kesalahan Pengukuran

Sumber ketidakpastian ini terjadi karena adanya kesalahan dalam pengukuran yang dilakukan atau karena resolusi alat terlalu kasar untuk bisa mengukur secara tepat.

#### g. Kesalahan pelaporan atau klasifikasi

Ketidakpastian ini bisa disebabkan karena ketidaklengkapan, ketidakjelasan atau kekeliruan dalam mendefinisikan kategori emisi tertentu.

#### h. Kehilangan data.

Ketidakpastian yang dihasilkan karena terjadinya kehilangan data.

Untuk mengurangi tingkat *uncertainty*, beberapa hal yang bisa dilakukan ialah:

- a. Memperbaiki konsep atau asumsi yang digunakan dengan mempertimbangkan faktor penyumbang keragaman data. Misalnya faktor serapan hutan sekunder dipengaruhi oleh jenis tanah, dan tinggi hujan tahunan. Maka nilai faktor serapan dari hutan sekunder dibedakan menurut jenis tanah dan tinggi hujan, tidak lagi diasumsikan sama untuk semua jenis tanah dan musim.
  - b. Memperbaiki struktur dan parameter model perhitungan emisi/serapan GRK.
  - c. Meningkatkan keterwakilan (*Improving representativeness*) data misalnya dengan melakukan stratifikasi wilayah dan menggunakan faktor emisi yang sesuai dengan stratifikasi yang ditetapkan.
  - d. Menggunakan metode pengukuran yang lebih teliti yaitu dengan menggunakan metode yang lebih teliti dan menghindari penggunaan asumsi yang terlalu disederhanakan, dan memastikan teknologi pengukuran yang digunakan tepat dan alat pengukur sudah dikalibrasi. Mengumpulkan lebih banyak data hasil pengukuran. Ketidakpastian berkaitan dengan kesalahan dalam pengambilan contoh, sehingga masalah ini dapat diatasi dengan meningkatkan ukuran contoh.
  - e. Menghindari risiko bias yang sudah diketahui dengan cara memastikan bahwa alat yang digunakan pada posisi yang benar dan sudah dikalibrasi.
  - f. Meningkatkan pengetahuan dan pemahaman terhadap kategori dan proses yang menghasilkan emisi dan serapan sehingga memudahkan dalam menemukan kesalahan dan mengoreksinya.
- Untuk mengkuantifikasikan besarnya tingkat *uncertainty* dari nilai dugaan emisi

dan serapan, dapat dilakukan melalui dua pendekatan (IPCC, 2008). Pertama ialah dengan perbanyakkan kesalahan (*propagation of error*) dan kedua dengan Simulasi Monte Carlo (*Monte Carlo Simulation*). Dalam pendekatan pertama, besar ketidakpastian (*uncertainty*) emisi/serapan dari berbagai sumber tahun tertentu dikombinasikan melalui pendekatan perkalian atau melalui perkalian dan penjumlahan.

#### **Analisis Konsistensi (Consistency Analysis) Analisis Ketidakpastian (Uncertainty Analysis)**

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, analisis konsistensi sangat diperlukan untuk keperluan analisis tren perubahan emisi dari waktu ke waktu. Naik turunnya emisi dari waktu ke waktu memang benar disebabkan oleh perubahan aktivitas yang dilakukan, bukan karena adanya perubahan metodologi ataupun kesalahan dari data yang digunakan dalam perhitungan emisi. Penghitungan ulang untuk semua tahun inventarisasi perlu dilakukan apabila diketahui ada ketidakkonsistenan dalam metodologi ataupun seri data yang digunakan. Hal ini untuk menjamin bahwa inventarisasi GRK yang dihasilkan konsisten, dapat diperbandingkan antar tahun, transparan, akurat dan dapat meyakinkan pihak lain bahwa inventarisasi yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. Penghitungan ulang inventarisasi GRK perlu dilakukan apabila:

(i) data yang tersedia sudah berubah,

(ii) metode yang digunakan sebelumnya tidak konsisten dengan metode IPCC untuk kategori tertentu,

(iii) suatu kategori yang sebelumnya bukan kategori kunci berubah menjadi kategori kunci,

(iv) metode sebelumnya tidak cukup untuk merefleksikan kegiatan mitigasi secara transparan,

(v) metode inventarisasi GRK yang baru sudah tersedia, dan (vi) ada perbaikan kesalahan.

Disamping itu untuk menjamin konsistensi data, apabila ada masalah ketidaktersediaan data pada tahun tertentu, penyusun inventarisasi GRK perlu mengisi data yang tidak tersedia tersebut.

Beberapa teknik yang umum digunakan untuk melengkapi seri data ialah dengan metode (i) overlap, (ii) data surrogate, (iii) interpolasi, dan (iv) ekstrapolasi tren.

**Teknik overlap** ialah teknik yang sering digunakan apabila suatu metode baru diperkenalkan tetapi data yang tersedia untuk menggunakan teknik baru tersebut hanya untuk sebagian tahun inventarisasi saja, tidak untuk semua tahun. Metode surrogate ialah metode untuk membangkit data dengan cara menduga data tersebut dari data lain yang memiliki hubungan dengan data tersebut, misalnya jumlah limbah padat yang diproduksi berhubungan dengan populasi, semakin besar populasi semakin banyak limbah yang diproduksi. Metode interpolasi ialah metode mengisi data diantara dua seri data dan metode ekstrapolasi tren ialah metode untuk

menduga data diluar seri data yang ada (bisa mundur untuk mendapatkan emisi tahun dasar atau maju untuk mendapatkan emisi terkini). Apabila tidak ada satupun dari metode baku ini dapat digunakan dalam mengisi data hilang, maka dapat dikembangkan teknik-teknik lain yang sesuai.

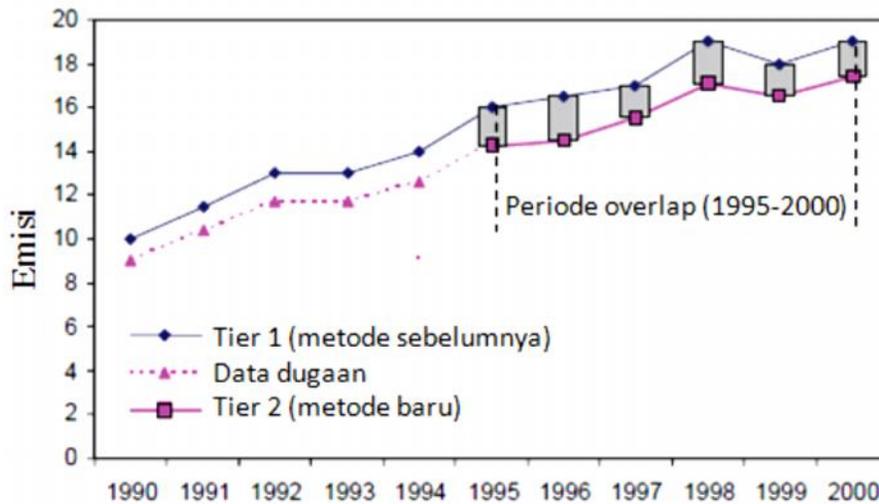
### Metode Overlap

Rumus yang digunakan untuk mengisi data hilang dengan metode overlap ialah

sebagai berikut:

$$y_0 = x_0 \cdot \left( \frac{1}{(n-m+1)} \cdot \sum_{i=m}^n \frac{y_i}{x_i} \right)$$

Dimana  $y_0$  = nilai emisi/serapan dugaan yang dihitung dengan metode overlap,  $x_0$  = nilai emisi/serapan dugaan yang diduga dengan metode sebelumnya, dan  $y_i$  dan  $x_i$  adalah nilai dugaan yang diperoleh dari metode baru dan metode sebelumnya selama periode waktu yang overlap yaitu dari tahun ke- $m$  sampai ke- $n$  (Gambar 1.3).



Gambar 1-3 Metode Overlap Periode 1990 - 2000

### Metode Surrogate Analisis Konsistensi (Consistency Analysis) Analisis Ketidakpastian (Uncertainty Analysis)

Rumus yang digunakan untuk mengisi data yang tidak tersedia dengan metode overlap ialah sebagai berikut:

$$y_0 = y_t \cdot (s_0/s_t)$$

dimana:

$y_0$  dan  $y_t$  = emisi/serapan dugaan tahun ke-0 dan ke- $t$

$s_0$  dan  $s_t$  = parameter statistic surrogate tahun ke-0 dan ke- $t$

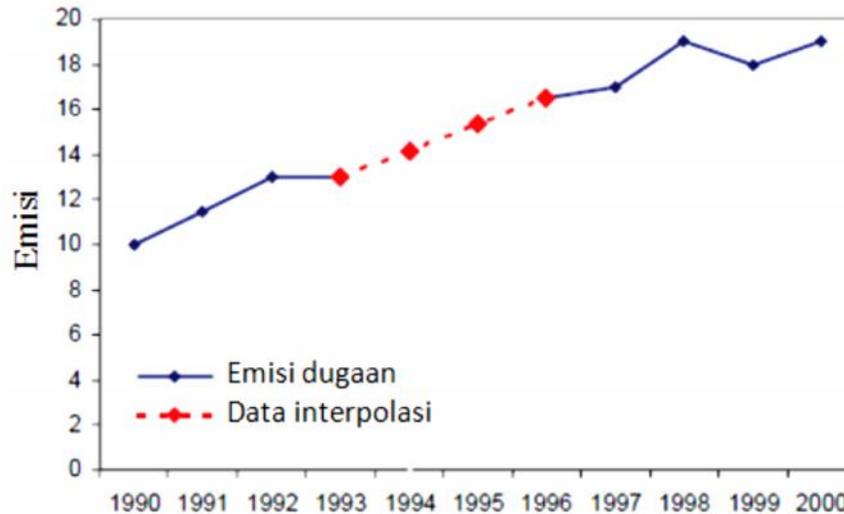
Meskipun hubungan antara emisi/serapan dan parameter *surrogate* bisa digunakan dengan menggunakan data satu tahun, tetapi sebaiknya dengan menggunakan data banyak tahun untuk menghasilkan dugaan yang lebih akurat.

### Metode interpolasi Metode Surrogate Analisis Konsistensi (Consistency

### Analysis) Analisis Ketidakpastian (Uncertainty Analysis)

Dalam metode ini digunakan asumsi bahwa emisi antara dua seri data tidak ada

mengalami perubahan drastis atau laju pertumbuhan emisi tetap tidak mengalami perubahan (Gambar 1.4)



Gambar 1-4 Metode Interpolasi Periode 1990 - 2000

**Metode ekstrapolasi tren.** Dalam metode ini diasumsikan emisi ke depan mengikuti tren data historis atau diasumsikan tidak ada perubahan tren.

### Analisis Kategori Kunci (Key Category Analysis) Metode interpolasi Metode Surrogate Analisis Konsistensi (Consistency Analysis) Analisis Ketidakpastian (Uncertainty Analysis)

Kategori kunci (*Key Category/KC*) merupakan sumber/rosot yang menjadi prioritas dalam sistem inventarisasi GRK karena besar emisi/serapan memiliki pengaruh besar terhadap total inventarisasi baik dari nilai mutlak, tren dan tingkat ketidakpastiannya. Analisis kategori kunci ini diperlukan untuk:

a. Membantu mengidentifikasi sumber/

rosot yang perlu mendapat prioritas dalam pelaksanaan program perbaikan kualitas data aktifitas maupun faktor emisi. Upaya perbaikan difokuskan pada sumber/rosot yang sudah diidentifikasi sebagai kategori kunci

- b. Membantu untuk mengidentifikasi sumber/rosot yang dalam perhitungan emisi/serapan perlu menggunakan metode dengan tingkat ketelitian (*tier*) yang lebih tinggi
- c. Membantu mengidentifikasi sumber/rosot mana yang perlu mendapatkan perhatian utama terkait dengan upaya pembuatan sistem penjamin dan pengendalian mutu data (QA/QC).

Ada dua pendekatan untuk melakukan analisis kategori kunci. Kedua pendekatan

mengidentifikasi kategori kunci berdasarkan kontribusinya terhadap tingkat emisi/serapan nasional absolut dan tren dari emisi/serapan.

### 3. Persamaan Umum Pendugaan Emisi GRK

Secara umum, persamaan untuk pendugaan emisi dan serapan GRK dapat ditulis dalam bentuk persamaan sederhana berikut:

$$\text{Emisi/Penyerapan GRK} = AD \times EF$$

dimana AD adalah *data aktivitas* yaitu data kegiatan pembangunan atau aktivitas manusia yang menghasilkan emisi atau serapan GRK dan EF ialah *faktor emisi* atau *serapan* GRK yang menunjukkan besarnya emisi/serapan per satuan unit kegiatan yang dilakukan. Misalnya salah satu kegiatan manusia yang menimbulkan emisi ialah kegiatan pertanian untuk memproduksi padi.

Dalam kasus ini data aktivitas yang digunakan ialah luas penanaman padi (dalam satuan hektar) yang dilakukan setiap tahun. Apabila dari hasil pengukuran emisi metan di lahan sawah pada beberapa titik contoh diperoleh faktor emisi sebesar 10 Gg CH<sub>4</sub> per hektar per tahun. Apabila pada tahun 2012 dilaporkan luas kegiatan penanaman padi ialah seluar 100 ha, maka besarnya emisi metan tahun 2012 ialah sebesar  $100 \times 10 = 1000$  Gg CH<sub>4</sub> (1 Gg = 109 gram).

#### Data Aktivitas

Untuk menghasilkan inventarisasi GRK

yang baik, maka K/L dan pemerintah daerah perlu harus segera mengembangkan mekanisme kelembagaan dalam pengumpulan data aktivitas yang diperlukan untuk menghitung emisi dan serapan GRK untuk semua kategori sumber dan rosot. Lembaga dan divisi yang ditunjuk di K/L dan daerah untuk melakukan pengumpulan data aktivitas perlu segera mengidentifikasi jenis data dan tahun ketersediaannya dan lembaga yang memiliki dan menyimpan data tersebut.

Mekanisme pengumpulan data yang dilakukan oleh lembaga pengumpul data serta sistem QA/QC yang dijalankan saat ini perlu segera didokumentasikan. Penyusunan rencana untuk perbaikan mekanisme pengumpulan data dan sistem QA/QC yang akan dikembangkan ke depan termasuk kebutuhan yang diperlukan untuk pelaksanaannya perlu segera dilakukan. Sistem penyimpanan data dan dokumen untuk penyelenggaraan inventarisasi GRK juga perlu segera dibangun.

Data aktivitas untuk semua kategori sumber/rosot berkemungkinan besar tidak tersedia. Metode atau teknis yang dapat digunakan untuk mendapatkan data aktivitas tertentu dengan menggunakan data lain (seperti metode '*surrogate data*') juga perlu untuk diidentifikasi dan didiskusikan dengan lembaga pengumpul data terkait. Selain itu, beberapa data aktivitas yang diperlukan bisa tersedia hanya di tingkat nasional. Kategori sumber/rosot untuk jenis data aktivitas yang hanya tersedia di tingkat nasional juga perlu

segera diidentifikasi dan dikoordinasikan dengan K/L terkait.

### Faktor Emisi

Sesuai dengan pedoman yang dikeluarkan oleh IPCC, setiap Negara didorong untuk menyusun faktor emisi lokal agar hasil dugaan emisi dan serapan GRK tidak *over-estimate* atau *under estimate*. Namun demikian ketersediaan faktor emisi lokal masih sangat terbatas dan hanya tersedia pada beberapa kategori saja. Faktor emisi lokal masih belum terdokumentasi dengan baik dan tersebar di berbagai laporan penelitian. Oleh karena itu pemerintah daerah perlu melakukan upaya pengumpulan faktor emisi lokal melalui kerjasama dengan lembaga perguruan tinggi atau lembaga penelitian daerah.

Rencana untuk pengembangan faktor emisi lokal lainnya yang belum tersedia perlu dirancang dari sekarang, khususnya untuk suber/rosot yang masuk kategori kunci. Pemerintah Daerah dapat memanfaatkan potensi yang ada di perguruan tinggi daerah untuk membangun faktor emisi lokal melalui kerjasama dengan perguruan tinggi dalam memberikan arahan riset bagi mahasiswa untuk penelitian tugas akhir.

Untuk kategori dimana faktor emisi lokal belum tersedia, daerah disarankan untuk menggunakan faktor emisi lokal yang tersedia untuk daerah lain atau faktor emisi nasional dan regional yang sudah semakin banyak tersedia di berbagai literatur. IPCC pada saat ini juga sedang mengembangkan

Basis Data untuk Faktor Emisi (*Emission Factor Database atau EFDB*). EFDB sudah mengkompilasi faktor emisi dari berbagai negara dan wilayah yang dapat dimanfaatkan juga oleh daerah dalam memilih faktor emisi yang diperlukan dalam penyelenggaraan inventarisasi gas rumah kaca. Basis data faktor emisi ini dapat diakses melalui situs berikut: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php>

### 4. Pemilihan Metodologi Inventarisasi GRK Menurut Tingkat Ketelitian (TIER)

Kedalaman metode yang dipergunakan dalam inventarisasi GRK, dikenal dengan istilah '*Tier*'. Semakin tinggi kedalaman metode yang dipergunakan, maka inventarisasi GRK yang dihasilkan semakin rinci dan akurat. Dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK, K/L dan daerah tidak harus menggunakan *Tier* yang tinggi karena masalah keterbatasan data dan sumberdaya, tetapi bisa menggunakan *Tier* yang paling rendah. Walaupun demikian, K/L dan daerah harus menyampaikan rencana perbaikan yang akan dilakukan untuk meningkatkan kualitas inventarisasi GRK ke *Tier* yang lebih tinggi serta kebutuhan yang diperlukan untuk melakukan perbaikan tersebut.

Secara umum, tingkat ketelitian (*TIER*) dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK dibagi menjadi tiga yaitu:

- a. **Tier 1:** metode perhitungan emisi dan serapan menggunakan persamaan

dasar (*basic equation*) dan faktor emisi default atau *IPCC default values* (yaitu faktor emisi yang disediakan dalam *IPCC Guideline*) dan data aktivitas yang digunakan sebagian bersumber dari sumber data global

- b. **Tier 2:** perhitungan emisi dan serapan menggunakan persamaan yang lebih rinci misalnya persamaan reaksi atau neraca material dan menggunakan faktor emisi lokal yang diperoleh dari hasil pengukuran langsung dan data aktivitas berasal dari sumber data nasional dan/atau daerah.
- c. **Tier 3:** metode perhitungan emisi dan serapan menggunakan metode yang paling rinci (dengan pendekatan *modeling* dan *sampling*). Dengan pendekatan *modeling* faktor emisi lokal dapat divariasikan sesuai dengan keberagaman kondisi yang ada

sehingga emisi dan serapan akan memiliki tingkat kesalahan lebih rendah.

## 5. Kesimpulan

Untuk melakukan inventarisasi GRK diperlukan metoda dan tahapan – tahapan sehingga dihasilkan data yang akurat untuk selanjutnya dilakukan kalkulasi GRK, diantaranya dengan metoda:

- Analisis Ketidakpastian (*Uncertainty Analysis*)
- Analisis Konsistensi (*Consistency Analysis*)
- Metode *Surrogate*
- Metode interpolasi
- Analisis Kategori Kunci (*Key Category Analysis*)

(berlanjut pada tulisan berikutnya, Insya Allah)

## DAFTAR PUSTAKA

Buku Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional: Buku I Pedoman Umum, KLH 2012

\*) Ybs adalah pejabat fungsional Widyaiswara