

Pengendalian pencemaran udara

Bahasan :

1. Pengantar
2. Inventori Emisi
3. Konsep pengendalian pencemaran udara
4. Review gas dan partikel
5. Pengendalian emisi tidak bergerak
6. Pengendalian emisi fugitive

Sekilas intake materi ke tubuh manusia

Setiap hari, manusia membutuhkan:

1. Air : 1 – 2 Kg;
2. Makanan : 1 – 2 Kg;
3. Udara : 12 – 30 Kg.

Kemampuan manusia bertahan untuk tidak:

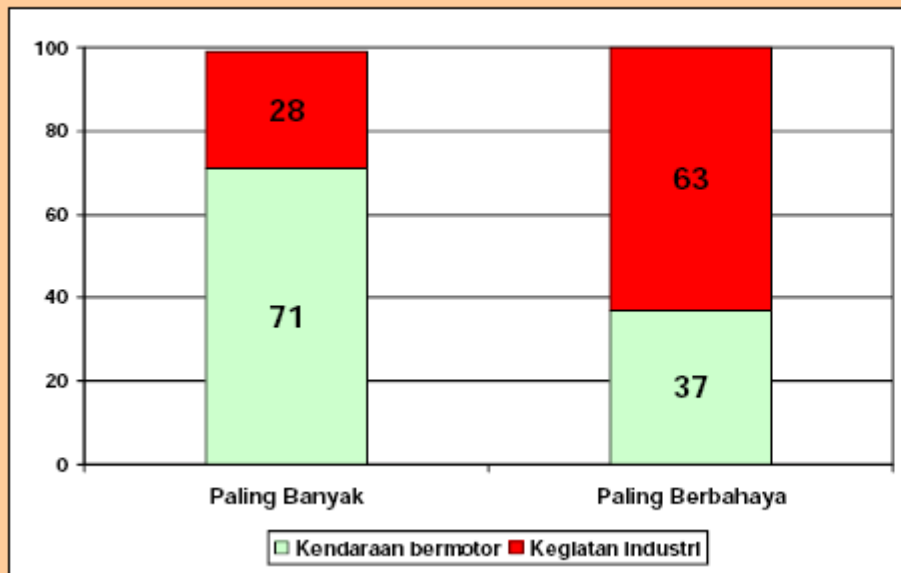
1. Makan : < 1 bulan;
2. Minum : < 1 minggu;
3. Udara/bernapas : beberapa menit.

Jika tercemar:

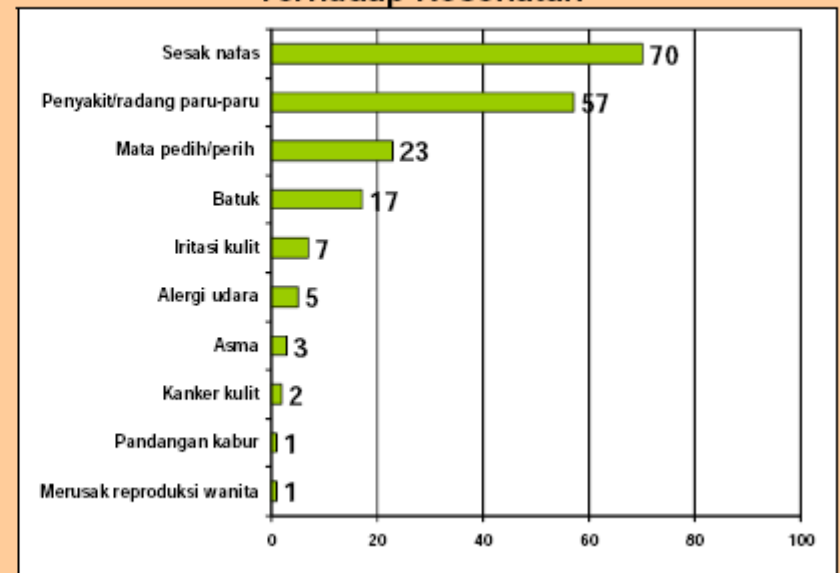
1. Makanan dan minuman mudah diisolasi dan dapat diolah atau dihindarkan;
2. Udara bebas sulit diisolasi dan dibersihkan

SUMBER DAN DAMPAK

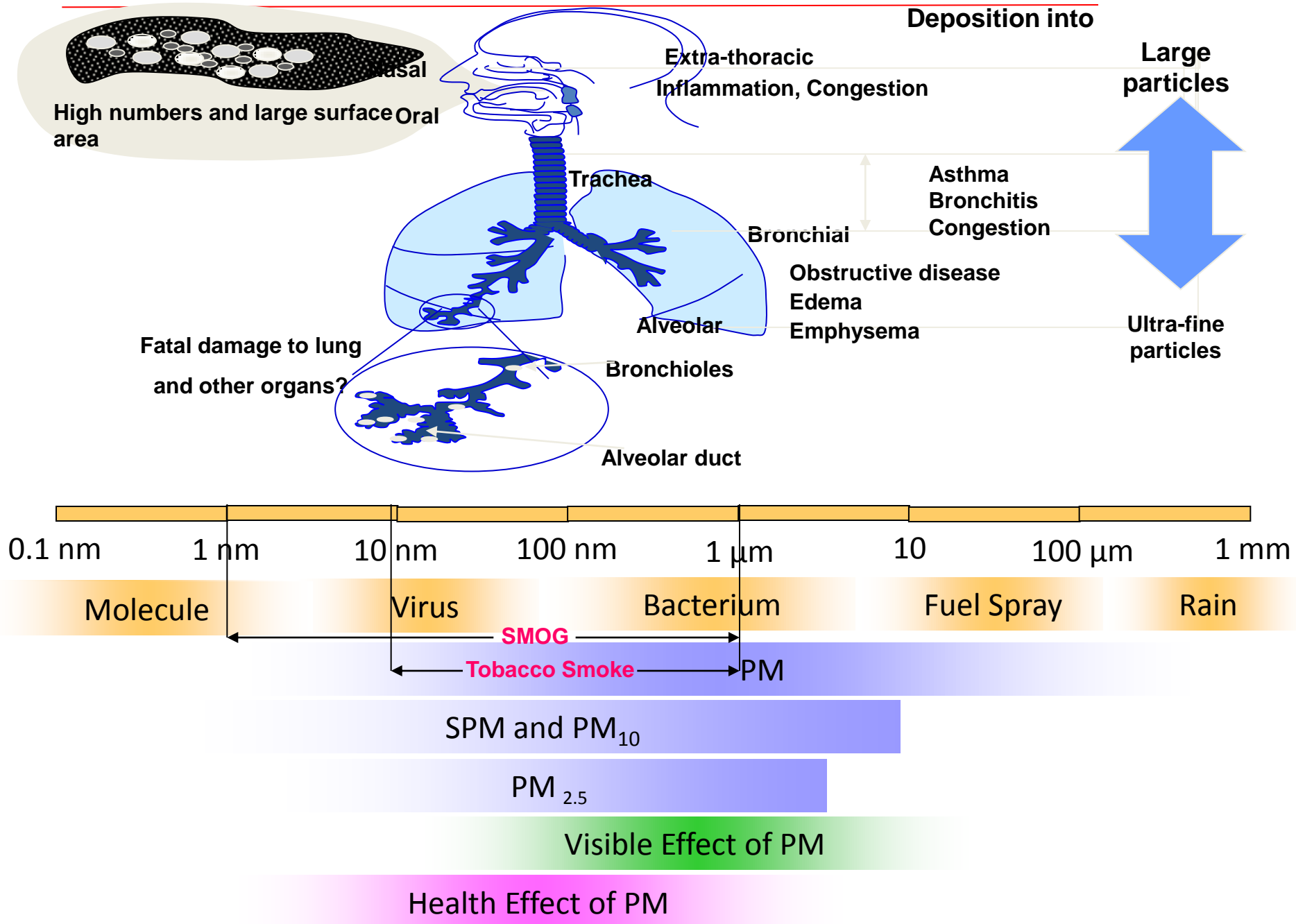
Sumber Dan Tingkat Bahayanya



Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan

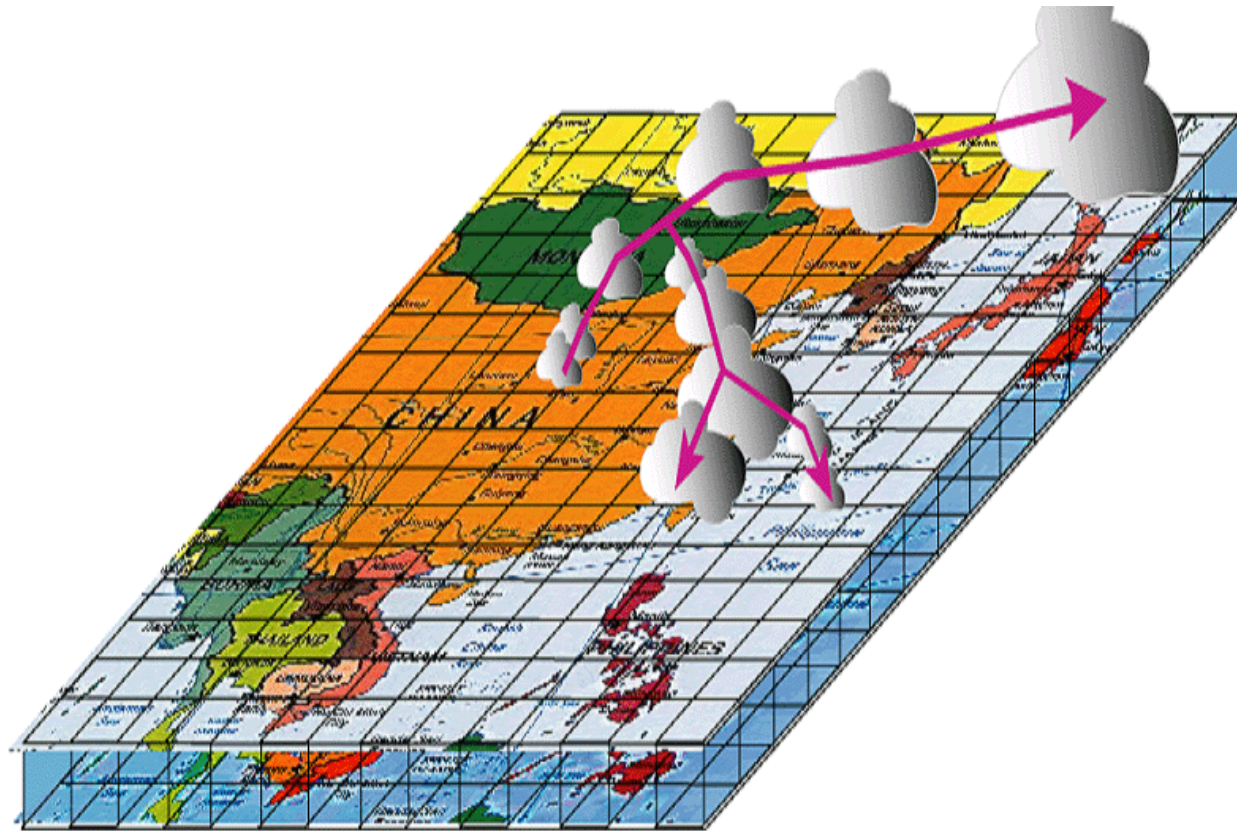


Human body significantly reacts to diesel Nano-particles. Small particles are too dangerous to nervous system.



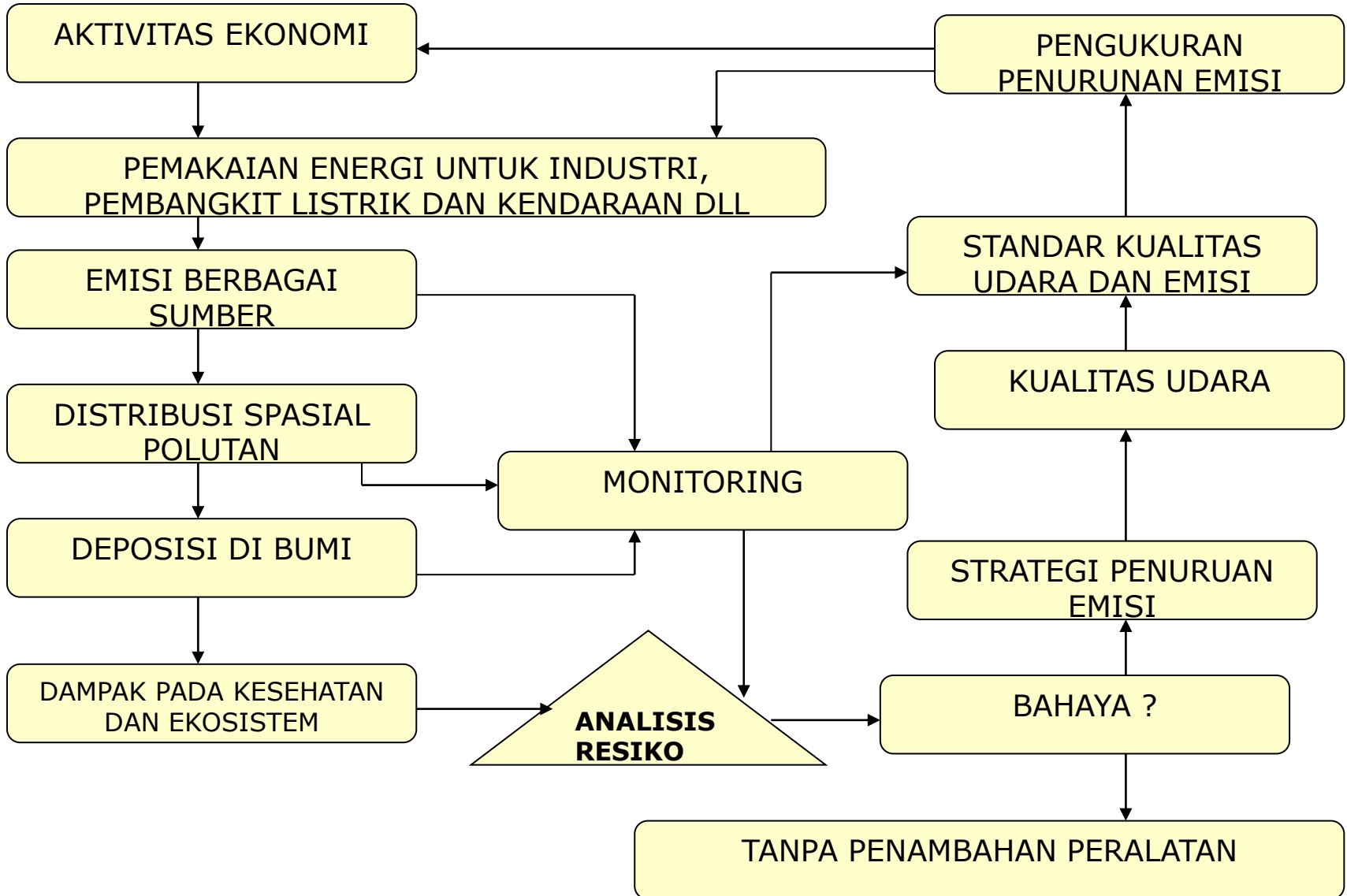
Fungsi utama pengendalian

Memperkecil konsentrasi polutan sampai ke receptor (manusia dan makhluk hidup)



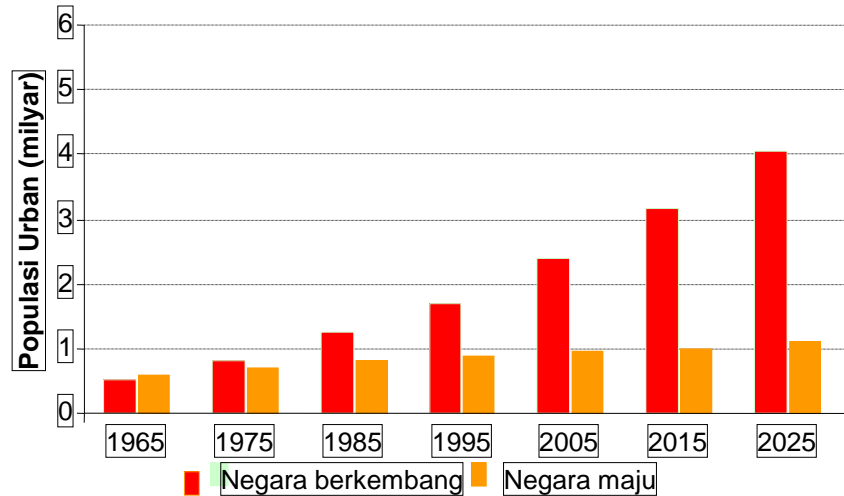
(T. Holloway/GFDL, 2000)

Pola pikir pengendalian pencemaran udara

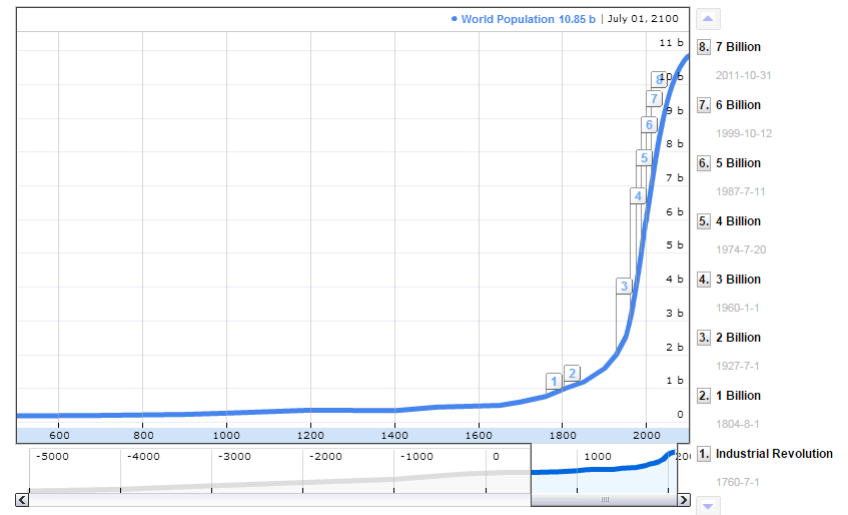
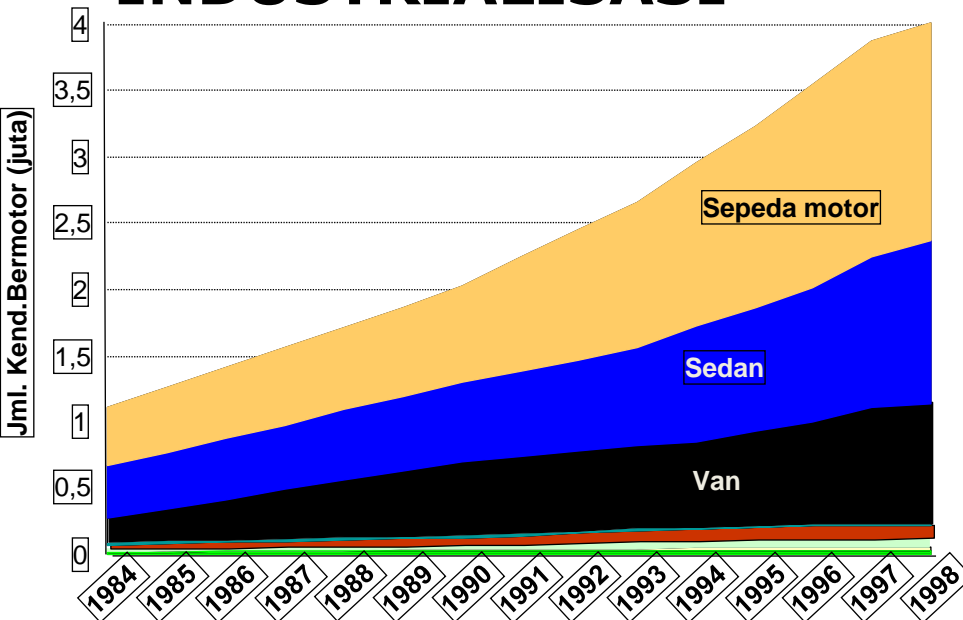


AKIBAT AKTIVITAS EKONOMI

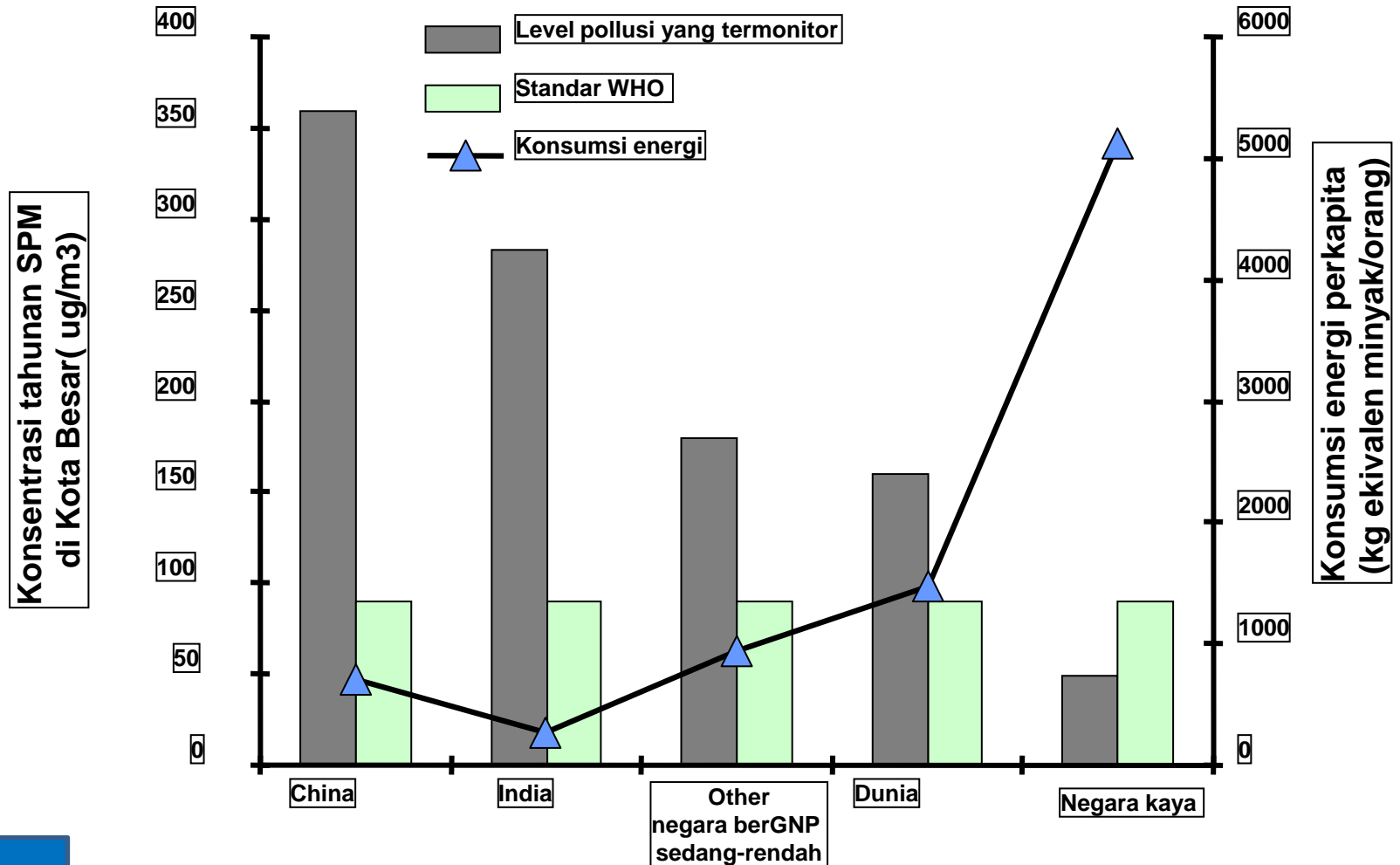
URBANISASI



MOTORISASI & INDUSTRIALISASI

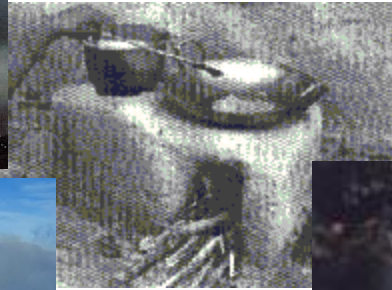


KONSUMSI ENERGI GLOBAL



EMISI BERBAGAI SUMBER

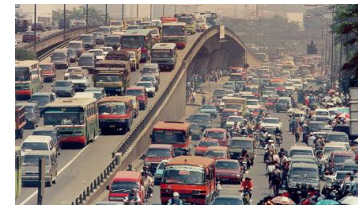
PENCEMARAN SUMBER TIDAK BERGERAK

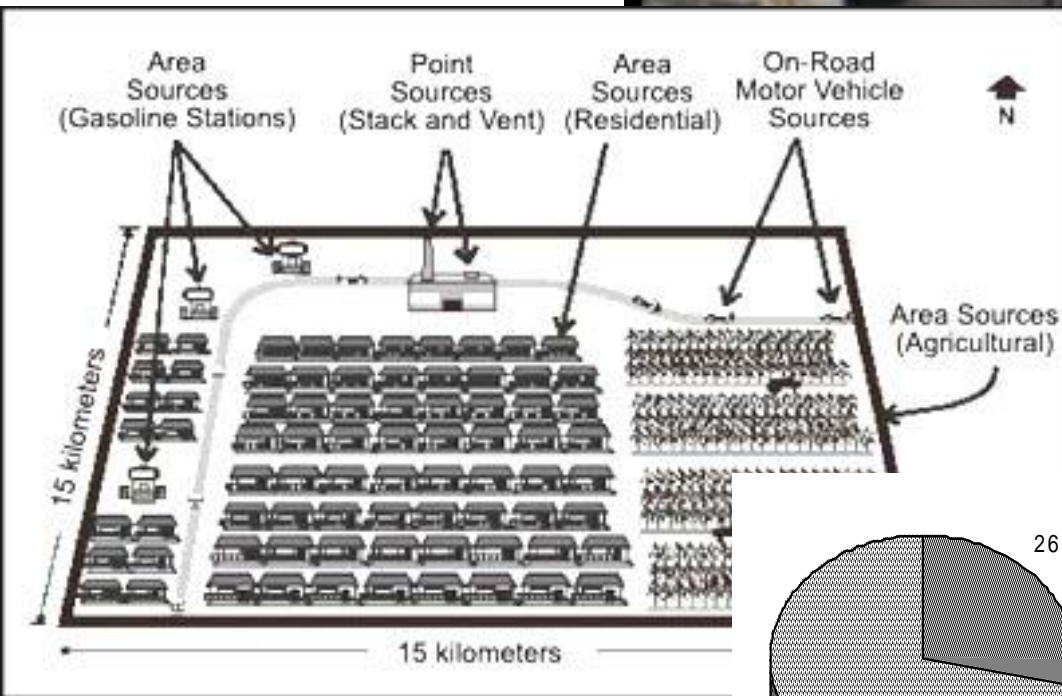


PENCEMARAN SUMBER FUGITIVE

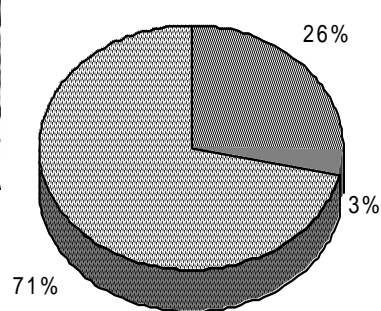


PENCEMARAN SUMBER BERGERAK

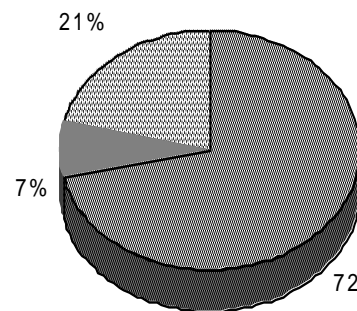




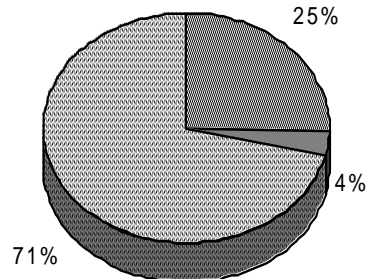
INVENTORI EMISI



NOx (78,979)



SO2 (27,494)



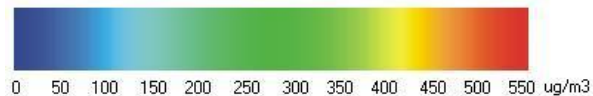
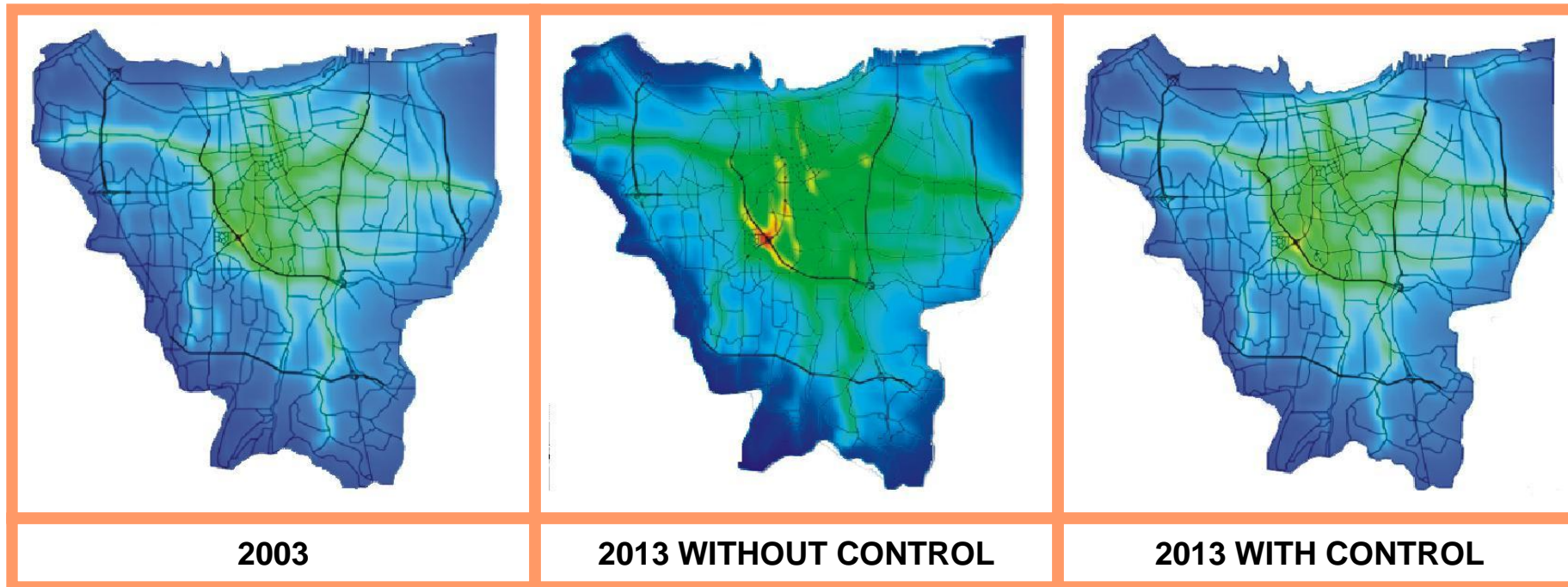
PM10 (8,671)

■ Industry ■ Domestic ■ Vehicle

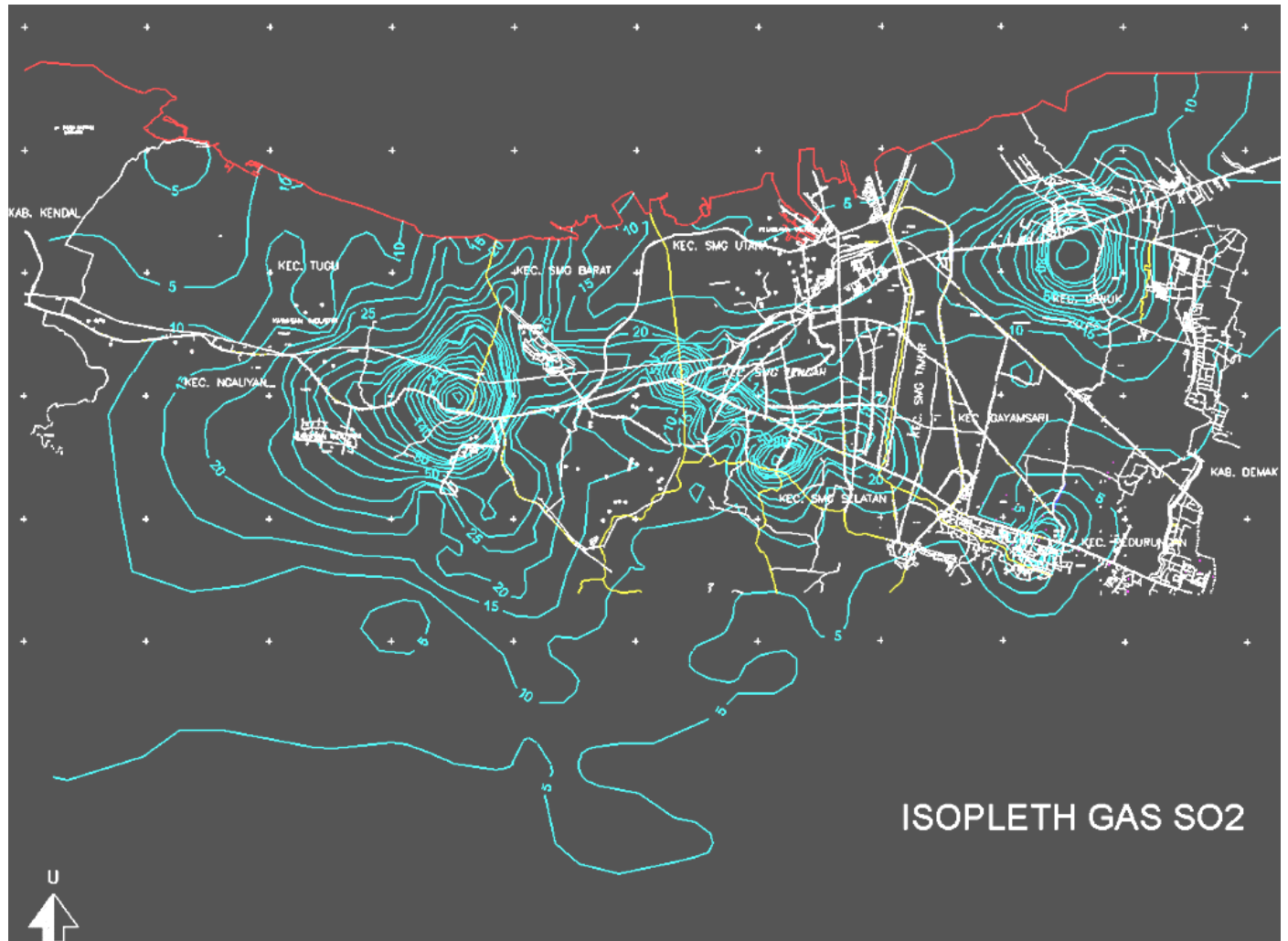


DISTRIBUSI SPASIAL

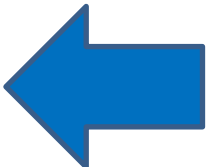
SEKTOR TRANSPORTASI DI JAKARTA



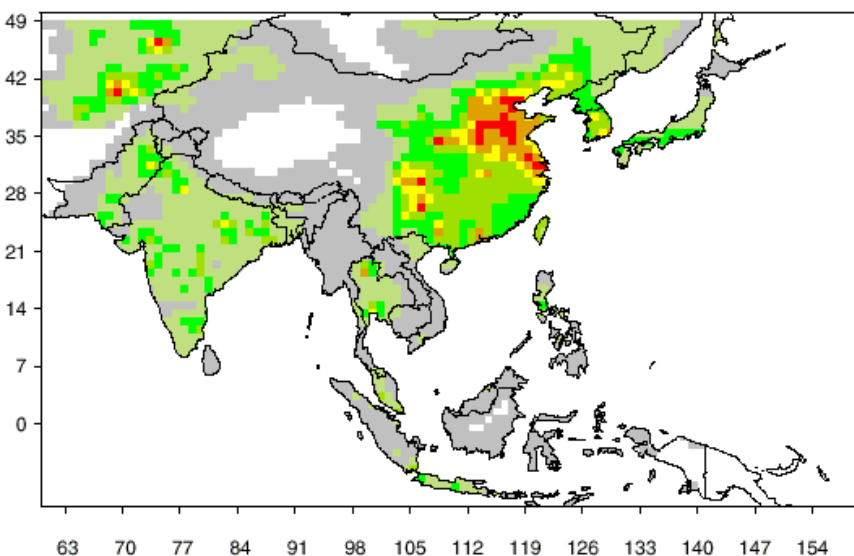
SUMBER : PONGKY A,2003



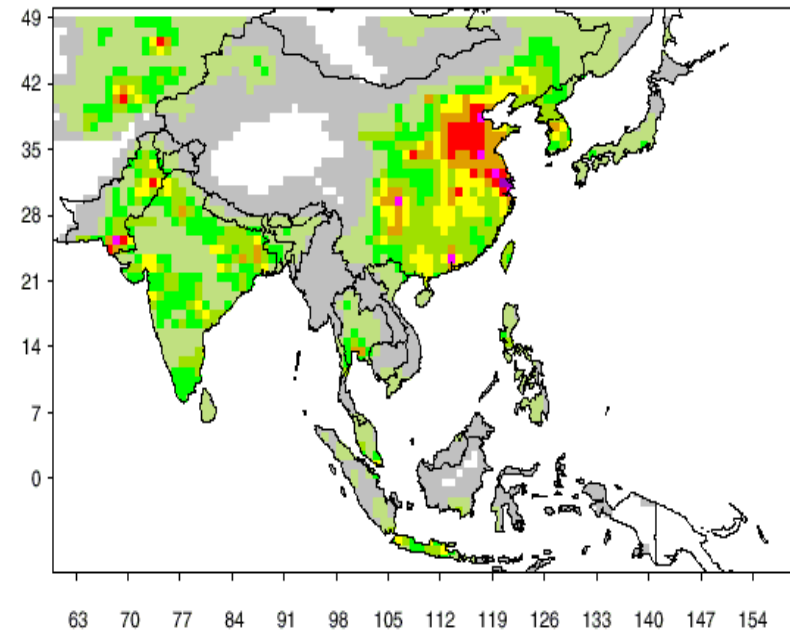
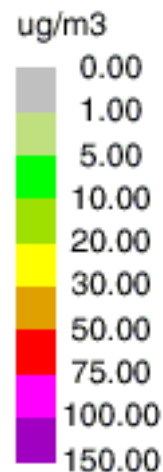
APLIKASI ISCST3 DI SEMARANG UNTUK GAS SO_2 (Ika RASTI, 2004)



KONSENTRASI SO₂ DALAM SKALA REGIONAL

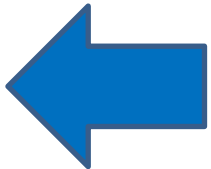


1995



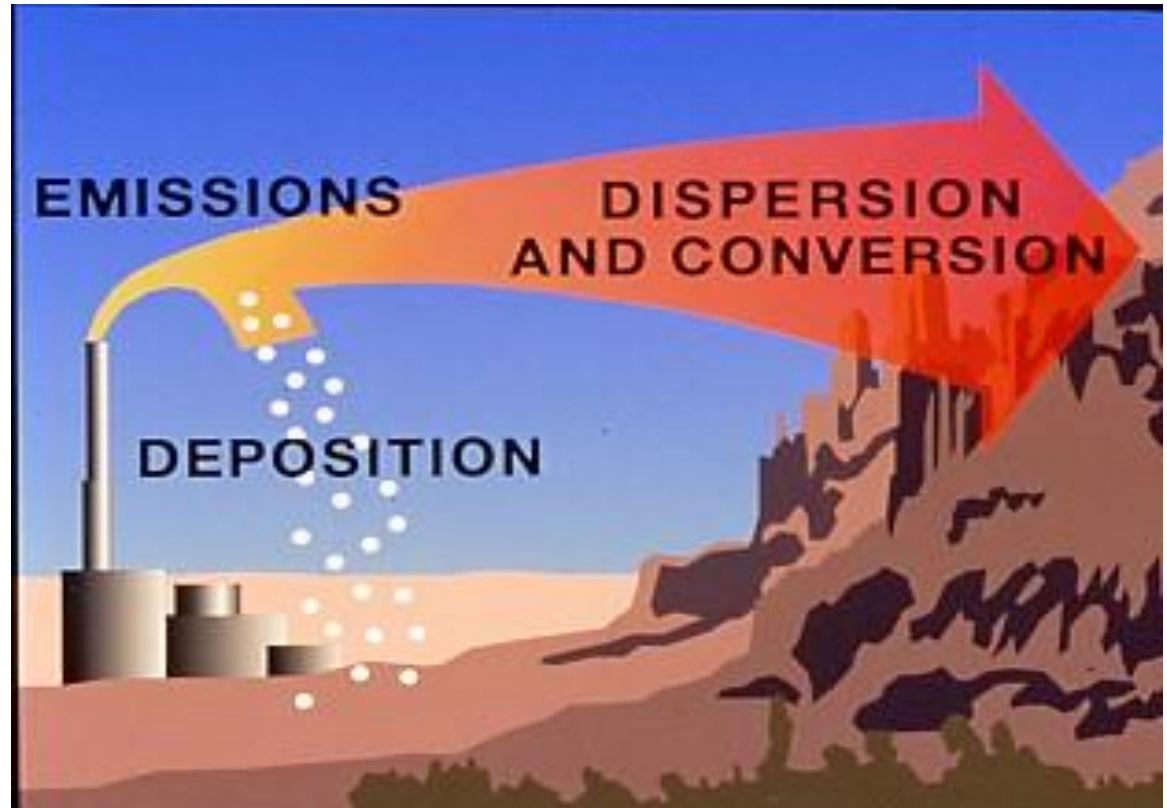
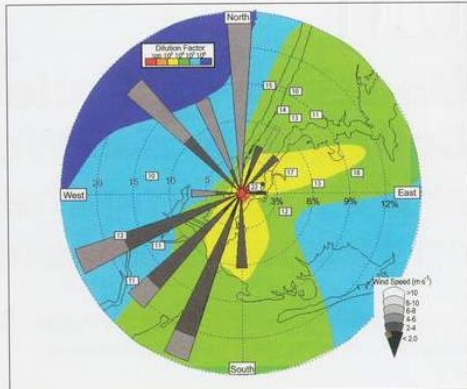
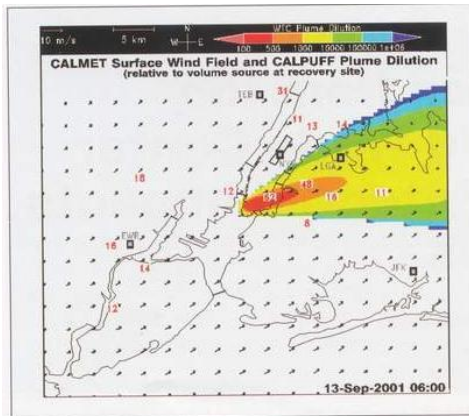
2020

Source :M. Amann, H. Akimoto, G. Carmichael, J.-P. ettelinh,
Y. Ichikawa, K. Oka, J. Shindo, D. Streets, IIASA



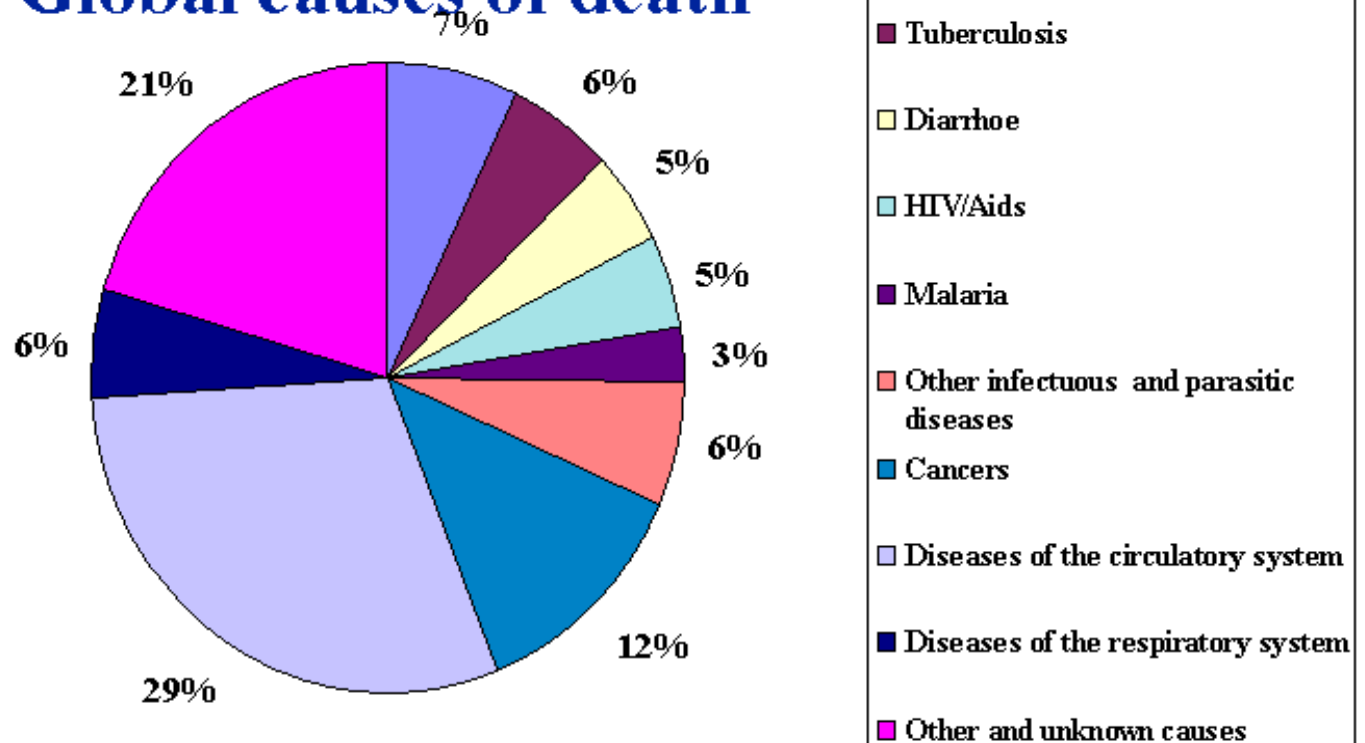
DEPOSISI KERING (MUSIM KEMARAU)

DEPOSISI BASAH (*RAIN OUT* DAN *WASH OUT*) - (MUSIM HUJAN)



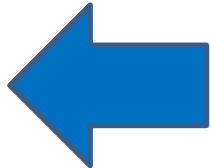
DAMPAK KESEHATAN GLOBAL

Global causes of death

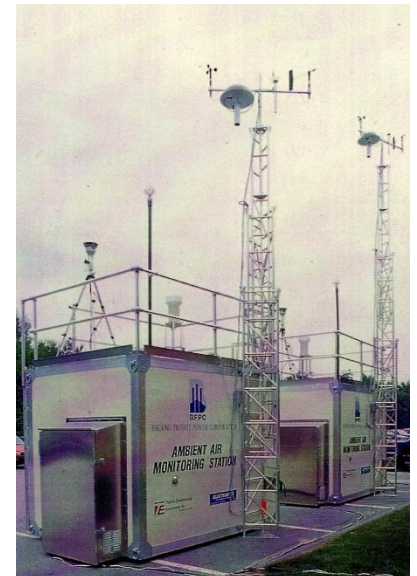


* **Percentage of AP - related mortality: 4-8% ($52.2 \cdot 10^6$)**

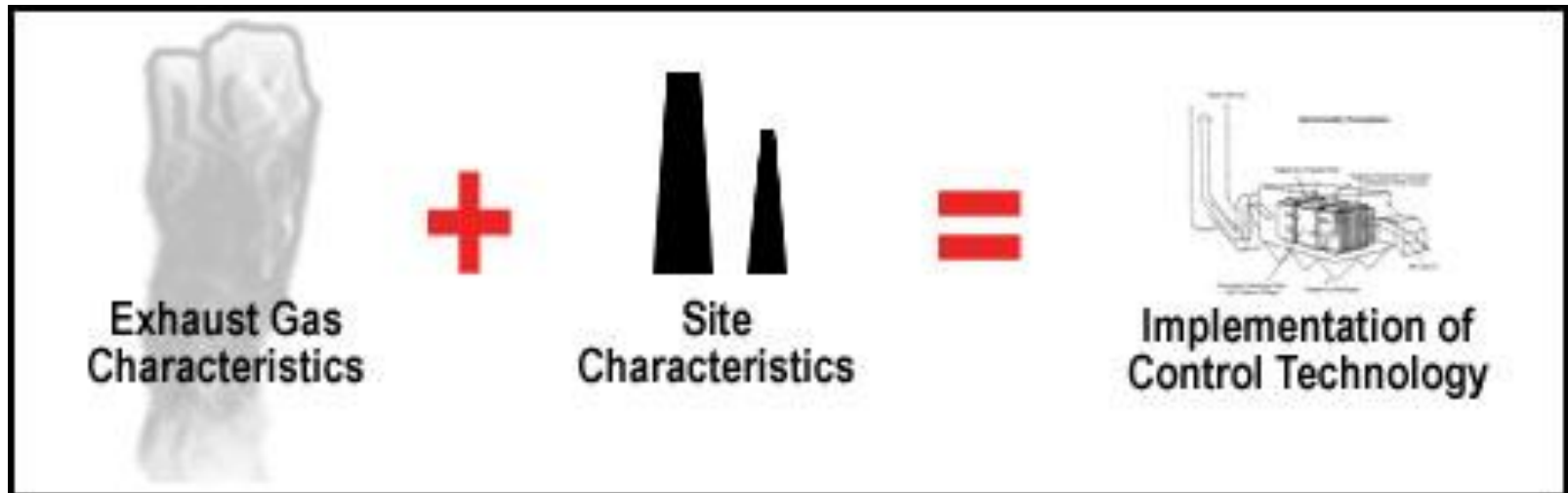
WHO/UEH



MONITORING



KONSEP UMUM PENGENDALIAN



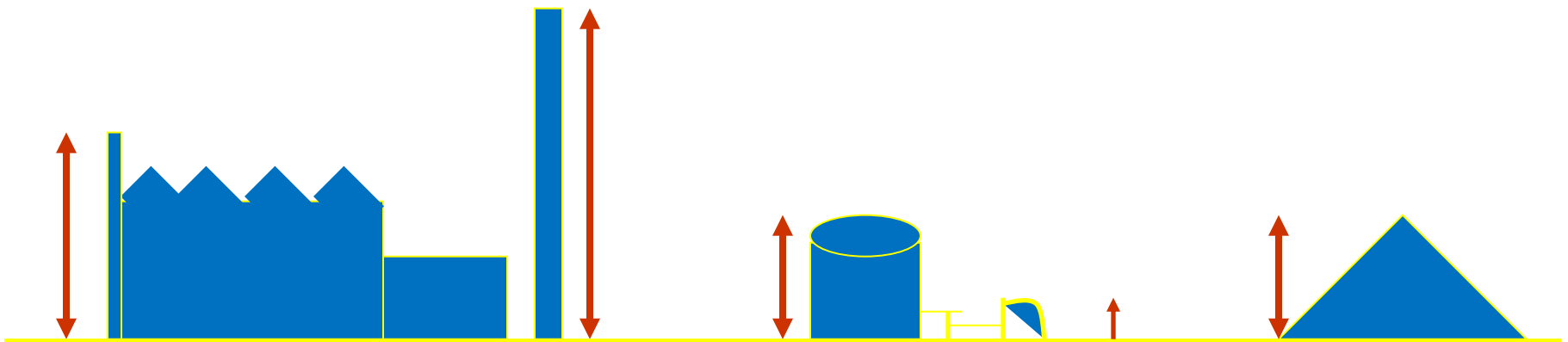
Inventarisasi emisi

Inventarisasi emisi adalah daftar komprehensif yang paling aktual, emisi pencemar udara di wilayah geografis tertentu untuk interval waktu tertentu, berdasarkan sumbernya.

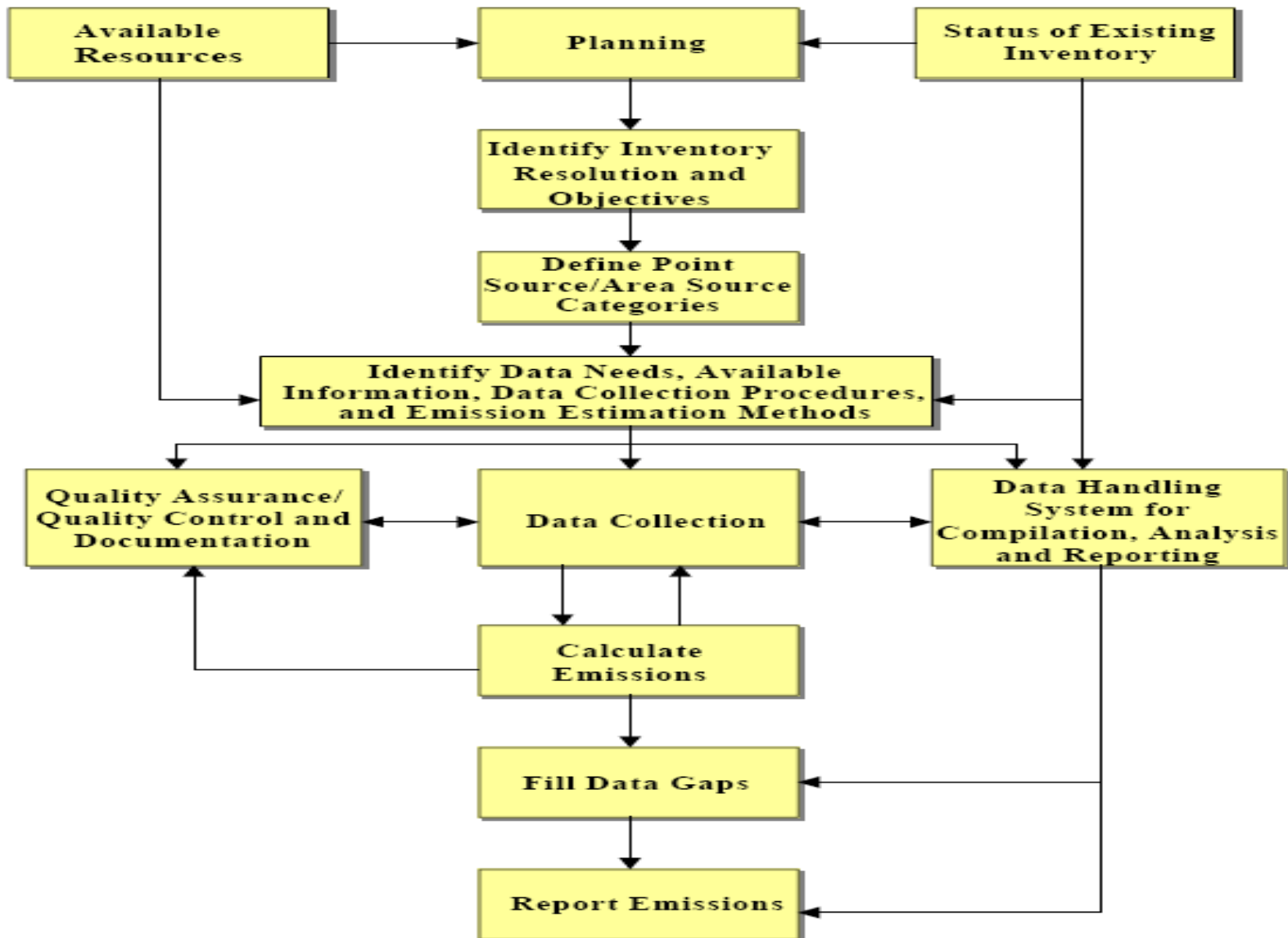
inventori emisi menampilkan perhitungan rata-rata emisi dalam periode waktu tertentu dan tidak mengindikasikan emisi yang aktual dalam satuan hari (Wilton, 2001).

Penggunaan inventarisasi emisi

- Menetapkan data dasar (*baseline*) untuk perencanaan kebijakan
- Memprediksi konsentrasi pencemar melalui penggunaan pemodelan penyebaran
- Memberikan masukan untuk studi resiko kesehatan manusia
- Digunakan sebagai dasar untuk mempersiapkan izin konstruksi/bangunan dan izin operasi
- Menentukan tapak pemantauan udara ambien



Proses perencanaan inventarisasi



Cakupan inventarisasi emisi

Di dalam menentukan cakupan inventori, pertimbangan utamanya adalah tingkat kerincian, jumlah sumber yang dikehendaki dan polutan apa yang dikehendaki.

Polusi udara dapat diemisikan dari berbagai sumber di dalam industri/aktivitas. Estimasi emisi dapat sederhana ataupun rumit tergantung pada ukuran fasilitas, jumlah dan jenis proses dan keberadaan alat pengendali.

Secara umum ada dua hal yang diinventarisasi :

1. Emisi gas-partikel konvensional (*polutan criteria-non criteria*)
2. Emisi gas-partikel gas rumah kaca

Metode estimasi emisi

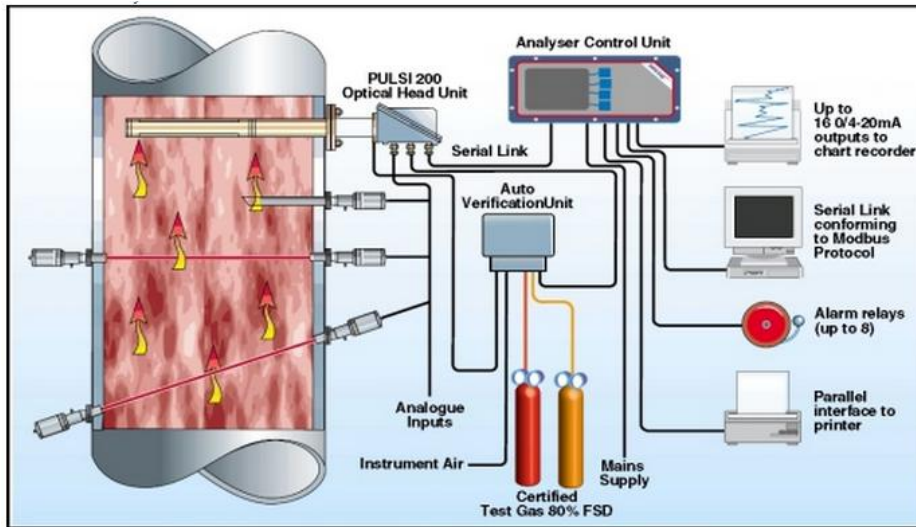


Image credit: Westwick-Farrow Pty Ltd.

Metode CEMs

Metode melalui CEMs Continuous emissions monitors (CEMs) yang mengukur dan mencatat emisi aktual sepanjang waktu. CEMs umumnya digunakan untuk mengukur konsentrasi stack gas seperti NO_x, CO₂, CO, SO₂, and total hydrocarbons (THC).

$$\text{CER} = (\text{C} \times \text{MW} \times Q_{\text{stack}} \times 60) / (\text{V} \times 10^6)$$

Where:

CER = Perhitungan laju emisi kontaminan (kg/jam)

C = Konsentrasi kontaminan (ppmv)

MW = Berat molekul (g/g-mol)

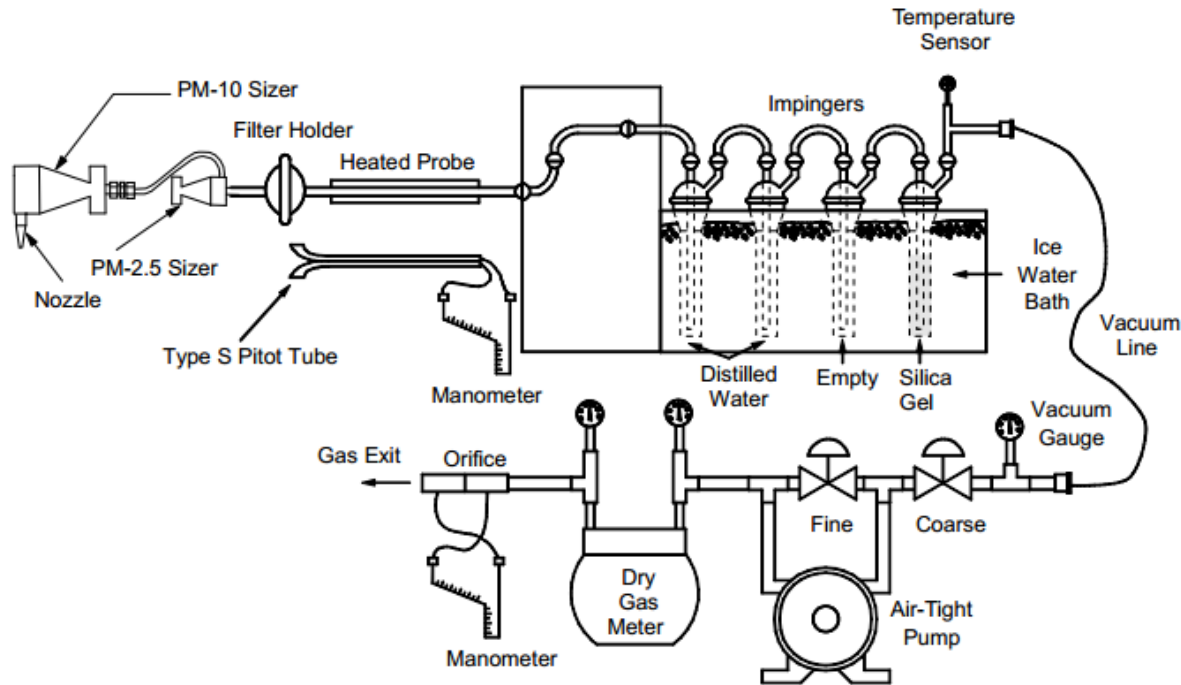
Q_{stack} = Laju alir kering gas (kondisi standar) di stack m³/min
(kondisi standar: 101.325 kPa and 25° C)

V = Volume gas ideal pada kondisi standar (24.45 L/g-mol)

Contoh gas SO₂

Periode	Qstack (m ³ /min)	Konsentrasi (ppm)	Laju emisi (kg/jam)
1:00	3576	821	461
1:10	3855	826	500
1:20	3433	825	445
1:30	3720	822	480
1:40	3760	896	529
1:50	3754	897	529
2:00	3825	822	494

Konsentrasi rata-rata SO₂ selama periode 1 jam berdasar CEM =
 $(461 + 500 + 445 + 480 + 529 + 529)/6 \text{ kg} = 490 \text{ kg of SO}_2$.



Metode Source Tests

Metode ini merupakan metode yang umum untuk estimasi proses emisi. Source tests merupakan pengukuran emisi sesaat yang diambil dari stack atau vent. Mengingat faktor waktu dan peralatan, source test memerlukan sumber daya yang lebih banyak.

Stack dengan emisi 100% VOC :

Parameter operasi

Stack flow rate: 30 000 standard cubic metres (scm)/hour

Rerata konsentrasi VOC dari stack: 0.002 kg VOC/scm

Waktu operasi tahunan stack 2.000 jam

Hitung emisi tahunan VOC dari stack tersebut.

Estimasi emisi

Source testing menyediakan konsentrasi VOC dan rerata flowrate stack.

Konsentrasi dapat dikonversikan menjadi mass flow rate :

Mass flow rate = volumetric flow rate x konsentrasi

= 30.000 scm/hour x 0.002 kg VOC/scm

= 60 kg VOC/hour

Emisi tahunan VOC dapat diestimasi dengan mass flow rate dan durasi operasi dari stack :

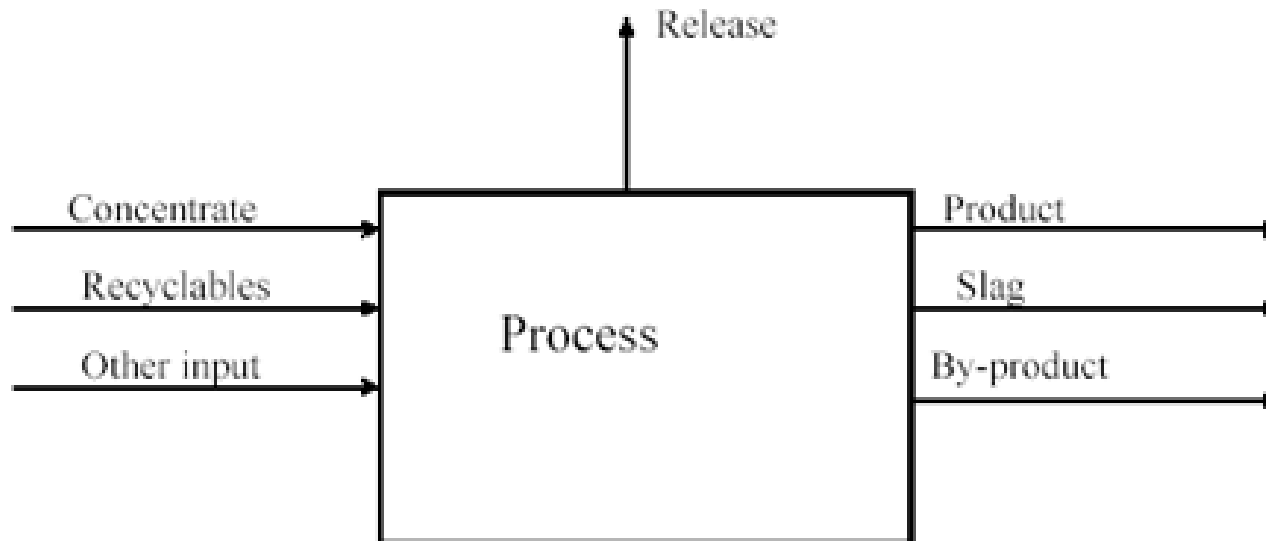
VOC emissions = mass flow rate x durasi operasi tahunan

= 60 kg VOC/hour x 2.000 hours

= 120.000 kg VOC atau 120 ton

Metode Keseimbangan Massa (material balances)

Menentukan emisi dengan mengevaluasi jumlah material yang masuk ke proses, yang meninggalkan proses dan jumlah seluruh atau sebagian yang menjadi produk. Persamaan yang digunakan adalah :



$$\text{Release (M}_e\text{)} = M_{\text{concentrate}} + M_{\text{recyclables}} + M_{\text{other}} - M_{\text{product}} - M_{\text{slag}} - M_{\text{by-product}}$$

Aliran gas	massa gas (ton)	kand.sulfur (%)	massa sulfur (ton)
Concentrate	30 000	30	9000
Recyclables	3000	5	150
Other	1500	5	75
Product	7500	15	1125
Slag	25 000	1	250
By-product (sulphuric acid)	25 000	32	6400

Massa sulfur merupakan perkalian kandungan sulfur dengan massa gas

Total sulfur yang dilepaskan dapat dihitung :

$$M_s = 9.000 + 150 + 75 - 1.125 - 250 - 6.400 = 1.450 \text{ ton}$$

Total sulfur dioksida (SO₂) yang dilepaskan dapat dihitung dengan konversi massa sulfur ke massa sulfur dioksida dengan rasio berat molekulnya : S/SO₂ = ½, jadi berat SO₂ yang dilepaskan sebanyak 2900 ton



Metode Faktor Emisi

Faktor emisi memperkirakan emisi tipikal dari sumber melalui berbagai studi source test yang telah distandarisasi. Rumus yang digunakan adalah :

$$E = A \times EF \times (1 - C)$$

Dimana :

E = estimasi emisi dari proses

A = level aktivitas seperti keluaran

EF = faktor emisi (asumsi tidak ada kontrol emisi)

C = efisiensi penangkapan x efisiensi kontrol (dalam persen); C = 0 bila tidak ada kontrol emisi



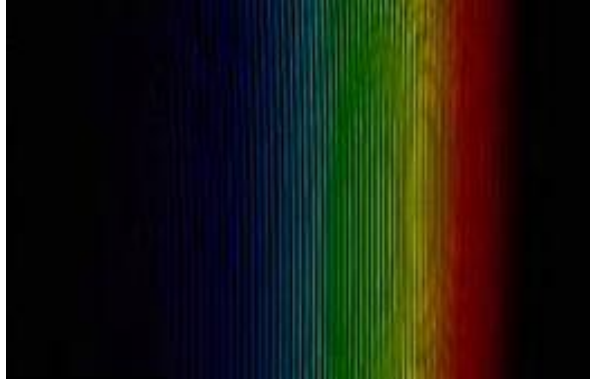
Boiler industri, kapasitas 119 juta BTU/jam menggunakan batu bara antrasit sebagai bahan bakar. Konsumsi tahunan batu bara : 100.000 ton, kandungan abu batu bara 5%, kandungan sulfur batu bara 1.5%, emisi partikel dikontrol dengan cyclone (efisiensi 75%)

Faktor emisi partikel boiler : $0.4 \times (\%)$ kandungan abu kg polutan/ton bahan baku

Hitung emisi partikel boiler dengan kontrol dan tanpa kontrol tiap tahun.

Tanpa kontrol = konsumsi tahunan batu bara x faktor emisi x kandungan abu
 = 100.000 ton/tahun x (0.4x5 kg/ton)
 = 200.000 kg = 200 ton

Dengan kontrol = Emisi tanpa kontrol x (1 – efisiensi alat kontrol)
 = 200 ton x (1 - 75/100)
 = 50 ton



Metode Model Emisi

Model emisi digunakan dalam kondisi tidak ada pendekatan perhitungan yang sederhana, atau dimana kombinasi berbagai parameter tidak menimbulkan korelasi langsung. Contoh model :

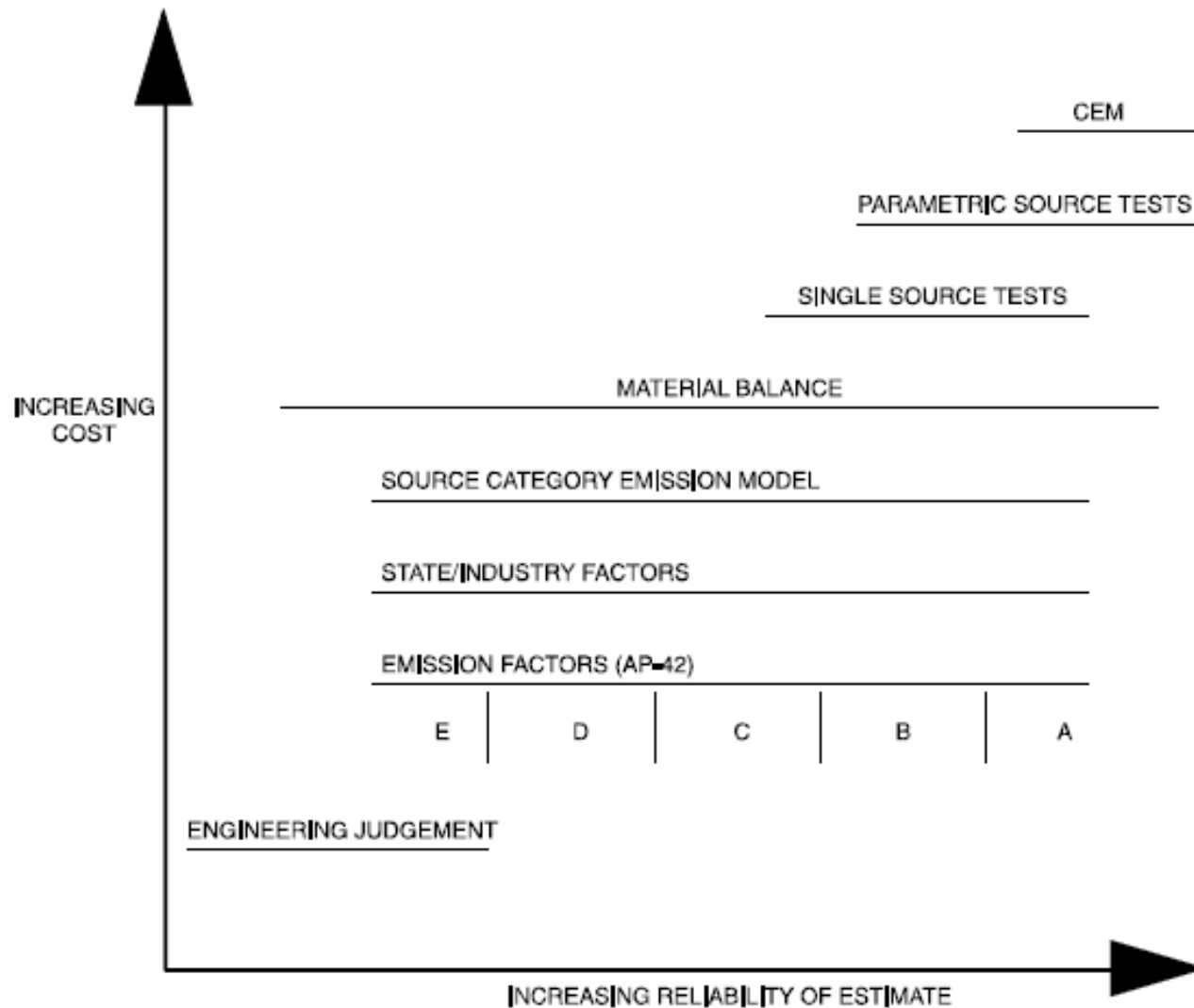
TANKS untuk memperkirakan estimasi emisi dari tangki,
Landfill Gas Emissions Model (LandGEM) untuk memperkirakan emisi dari sanitary landfill,
MOVES (Motor Vehicle Emission Simulator) untuk memperkirakan emisi dari kendaraan bermotor



Metode Pendekatan (Engineering Judgement)

Metode ini merupakan metode pilihan akhir bila metode-metode diatas tidak mampu memperkirakan emisi sumber. Metode ini merupakan metode yang paling tidak dikehendaki dan hanya mendasarkan pada informasi yang tersedia dan beberapa asumsi

RISK SENSITIVITY EMISSION ESTIMATION APPROACHES



Hubungan antara keakuratan estimasi emisi dan biaya yang diperlukan