

**PRINSIP-PRINSIP  
PENGELOLAAN LIMBAH B3  
Bahan Berbahaya Beracun  
(Hazardous Wastes)**

|

# HAZARDOUS CHEMICALS

**a special class of  
toxic chemicals**

# **SOURCE, GENERATION & CHARACTERISTICS OF HAZARDOUS WASTES**

# TINGKAT PRODUKSI LIMBAH B3 (*RATE OF WASTE GENERATION*)

- *Manufacturing dan pemakaian senyawa kimia cenderung mencerminkan “standard of living”*
- Produksi limbah B3 berkorelasi dengan populasi dan pendapatan per kapita
- *Variasi regional mempengaruhi korelasi*
  - *lebih sedikit atau lebih banyak industri*
  - *umur dan jenis industri*
  - *metode*

## PRODUKSI LIMBAH B3

<u>Industri</u>	<u>Potensi limbah B3</u>
<u>Plastik</u>	<u>Senyawa organoklorin</u>
Farmasi	Pelarut organik, residu organik, logam berat
Kulit	Logam berat, pelarut organik
Tekstil	Logam berat, zat pewarna, senyawa organoklorin
Minyak/ Bahan Bakar	Minyak, fenol, amonia, logam berat, asam, basa, garam
Logam	Logam berat, sianida, fluor, asam, basa, fenol, minyak, pigmen, abrasif, larutan <i>plating</i>

**Tabel 2.** Rata-rata Kandungan Logam-logam Berat (mg/kg) dalam Berbagai Jenis Deterjen

Jenis	As	Cd	Cu	Pb	Hg	Zn
Deterjen bubuk	13.8	0.26	0.49	<0.2	<0.025	7.27
Deterjen cair	0.023	<0.2	0.21	<0.2	<0.025	1.16
Cairan pemutih	0.005	<0.2	<0.2	<0.2	<0.025	2.89
Bubuk pemutih	20	0.72	0.3	<0.2	<0.025	5.01
Cairan pelembut	0.011	<0.2	<0.2	<0.2	<0.025	<0.5
Sabun cair untuk cuci tangan	0.013	<0.2	<0.2	<0.2	<0.025	<0.5
Sabun cair untuk cuci piring	6.63	0.37	0.54	0.37	<0.025	7.84
Sabun bubuk untuk cuci piring	18.8	1.06	2.4	<0.2	<0.025	9.2

Keterangan: data diperoleh dari kawasan San Fransisco Bay, California, AS - Sumber: Jenkins & Russell (1994)

# **GENERATION RATE**

**HIGHLY INDUSTRIALIZED COUNTRIES  
(+ A STRONG CHEMICAL SECTOR)**

**100 kg/person.year**

**INDUSTRIALIZED COUNTRIES**

**5 kg/person.year**

**NON INDUSTRIALIZED COUNTRIES**

**<5kg/person.year**

# COEFFICIENT USED TO ESTIMATE WASTE GENERATION

(tonnes of waste/1000 production employee/year)

Industry Sector Item	Food, Beverages, Tobacco	Textile, Clothing, Footwear	Chemicals, Petroleum, Coal
<b>Metals</b>	<b>0.2</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>
<b>Acids</b>	<b>0.3</b>	<b>1.0</b>	<b>50.2</b>
<b>Alkalis</b>	<b>100.0</b>	<b>1.4</b>	<b>200.6</b>
<b>Inorganic wastes</b>	<b>2.0</b>	<b>3.4</b>	<b>40.1</b>
<b>Reactive wastes</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>8.0</b>
<b>Paints/Resins</b>	<b>0.0</b>	<b>8.6</b>	<b>20.1</b>
<b>Organic solvents</b>	<b>2.0</b>	<b>2.3</b>	<b>7.0</b>
<b>Putrescible wastes</b>	<b>200.0</b>	<b>5.0</b>	<b>10.0</b>



# COEFFICIENT USED TO ESTIMATE WASTE GENERATION (cont'd)

Industry Sector Item	Food, Beverages, Tobacco	Textile, Clothing, Footwear	Chemicals, Petroleum, Coal
Textile wastes	<b>0.0</b>	<b>69.2</b>	<b>10.0</b>
Oils/oily wastes	<b>10.0</b>	<b>38.2</b>	<b>80.2</b>
Contaminated containers	<b>2.0</b>	<b>1.3</b>	<b>20.1</b>
Inert waste	<b>10.0</b>	<b>17.3</b>	<b>200.6</b>
Organic chemicals	<b>0.2</b>	<b>0.0</b>	<b>2.0</b>
Pesticides	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>10.0</b>

**Based on a survey in Canada (Barnes, 1996)**

# **BASIC DEFINITIONS OF HAZARDOUS WASTES**

## **US Resource Conservation & Recovery Act**

- **IGNITABILITY – pose a fire hazard**

- **Flash point < 60<sup>0</sup>C**
- **Non liquids liable to cause fires e.g. by reaction with water**
- **Ignitable compressed gases**
- **Oxidizers**

- **CORROSIVITY**

- **pH  $\leq 2$  or  $\geq 12.5$**

- **corrodes steel  $> 6.35$  mm/year at  $55^{\circ}\text{C}$**

- **Largest group of hazardous chemicals**

- **REACTIVITY**

- **Explosive, violent reaction with water or evolve toxic gases**
- **Includes cyanides and sulphide, generators of toxic gases between pH 2 and 12.5**
- **Materials which will detonate**
- **Explosives**

- **TOXICITY**

- **Ecosystem Toxicity Test – leaching**
- **Acute hazard, oral, inhalation or dermal LD50 or causes illness**
- **Specific materials or sources**
- **Most complex group**

# ACUTE TOXICITY

- **Oral LD<sub>50</sub> rat < 50 mg/kg**
- **Inhalation LD<sub>50</sub> rat < 2 mg/kg**
- **Dermal LD<sub>50</sub> rabbit < 200 mg/kg**
- **Cause serious illness**
  - **E.g mercury, dieldrin, aflatoxin**
  - **Ecosystem Toxicity Test – leaching**

## **NON SPECIFIC SOURCES**

Halogenated solvents, electroplating residues, spent cyanides baths

## **SPECIFIC SOURCES**

Industry specific sources e.g. wastes from chlorine and caustic soda production which contain mercury

## **SPECIFIC COMPOUNDS**

Known hazard, CN, Pb, Cd, Cr, benzene ethylene dichloride

## **HAZARDOUS AND TOXIC PRODUCTS**

Contaminated containers, debris, soil, products etc

# E-waste !

Used PC

Used CRT monitor

Used Cell-phone

etc



# **Imports of Hazardous Wastes**

Used cars/motorcycles or their parts (engines, batteries etc)

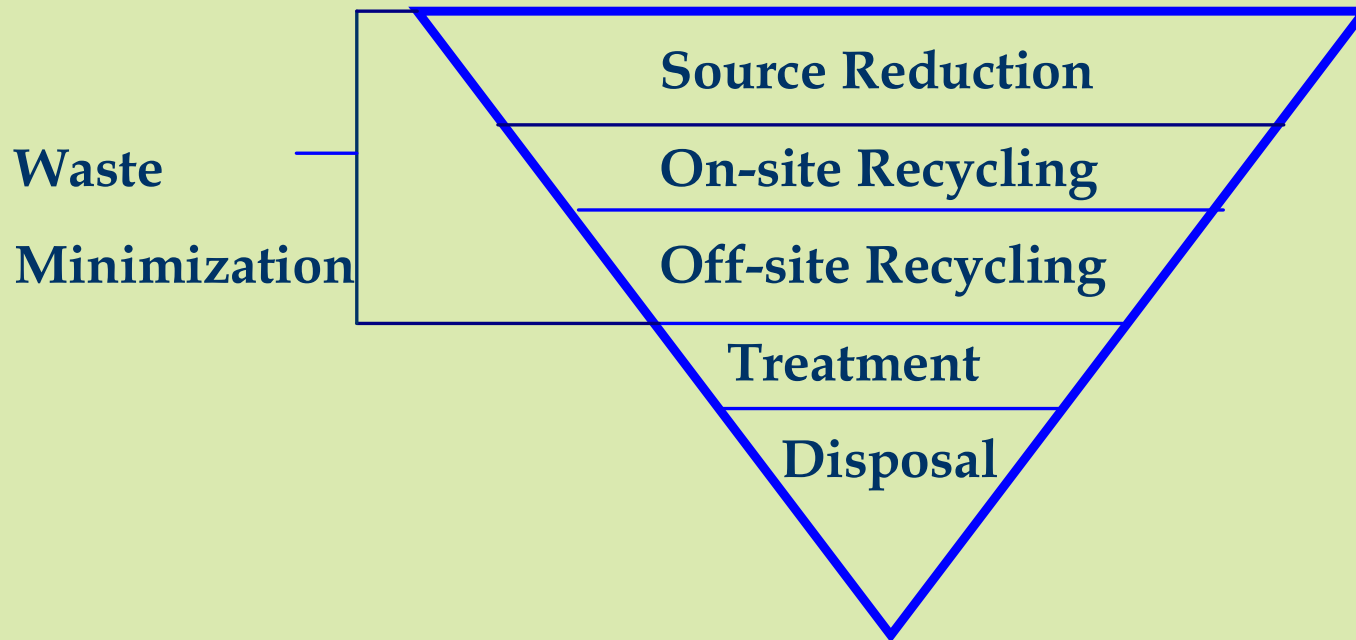
Used (chemicals) containers

Used packaging materials (papers, plastics)

etc

**[Regulation: Basel Convention]**

# HOW TO DEAL WITH HAZARDOUS WASTES?



**Hirarki Manajemen Limbah (Barnes, 1996)**



# PENGELOLAAN LIMBAH

 **2 pendekatan**

**[1] pembuangan (disposal)**

**[2] pengurangan limbah (shrinking the waste stream)**

## Metode Disposal

- **Dumping**
- **Penimbunan (Landfill)**
- **Ekspor limbah**
- **Insinerasi**



## Pengurangan Limbah

- **Daur ulang (recycle)**
- **Pengomposan (composting)**
- **Pemanfaatan kembali (reuse)**
- **Produksi energi dari limbah (energy from waste)**
- **Mengurangi produksi limbah (producing less waste)**

# INSINERASI

proses suhu tinggi (*thermal process*) untuk menghancurkan bahan-bahan yang dapat terabukan (limbah organik)

➔ Abu sisa dan bahan-bahan yang tidak terabukan (10-20%)

➔ Beban *landfill* berkurang (80-90%)

**Koshland et al. (1993) : pro-kontra *incinerator***

**# limbah yang dihasilkan**

**# paparan masyarakat sekitar instalasi  
pada produk samping (TCBs)**

**# kemungkinan pencemaran tanah dan air  
di sekitar instalasi.**

***Toxic Combustion Byproducts (TCBs)***

dalam limbah gas, limbah cair dan abu sisa pembakaran

**Jika TCBs tidak ditangani serius**

Insinerasi  $\simeq$  “*landfill in the sky*” ?



Tabel 1. Pengelompokan limbah untuk proses insinerasi

<b>Kategori</b>	<b>Komposisi (% berat)</b>	<b>Kadar Air (%)</b>	<b>Padatan Tak- Terabukan (%)</b>	<b><i>Heat Value</i> (MJ/kg)</b>
<b><i>Trash</i></b>	<b><i>Trash 100%</i></b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>19,8</b>
<b><i>Rubbish</i></b>	<b><i>Rubbish 80% Garbage 20%</i></b>	<b>25</b>	<b>10</b>	<b>15,1</b>
<b><i>Refuse</i></b>	<b><i>Rubbish 50% Garbage 50%</i></b>	<b>50</b>	<b>7</b>	<b>10,0</b>
<b><i>Garbage</i></b>	<b><i>Garbage 65% Rubbish 35%</i></b>	<b>70</b>	<b>5</b>	<b>5,8</b>
<b>Limbah hewan dan organik</b>	<b>jaringan hewan atau manusia 100%</b>	<b>85</b>	<b>5</b>	<b>2,3</b>
<b>Limbah gas dan semi- cair</b>	<b>Bervariasi</b>	<b>Bervariasi</b>	<b>Bervariasi</b>	<b>Bervariasi</b>
<b>Limbah semi-padat dan padat</b>	<b>Bervariasi</b>	<b>Bervariasi</b>	<b>Bervariasi</b>	<b>Bervariasi</b>

Sumber: *Incinerator Institute of America* dalam Davis & Cornwell (1998)

## **IDEAL:**

**Sebelum diinsinerasi, fraksi sampah yang dapat didaurulang (*recyclable*) dan yang tidak dapat terbakar (*unburnable*) harus disisihkan terlebih dahulu**

**Fraksi yang diinsinerasi = *refuse-derived fuel*, fraksi yang bisa terbakar (*burnable fraction*) memiliki kandungan energi yang lebih tinggi daripada keseluruhan sampah**

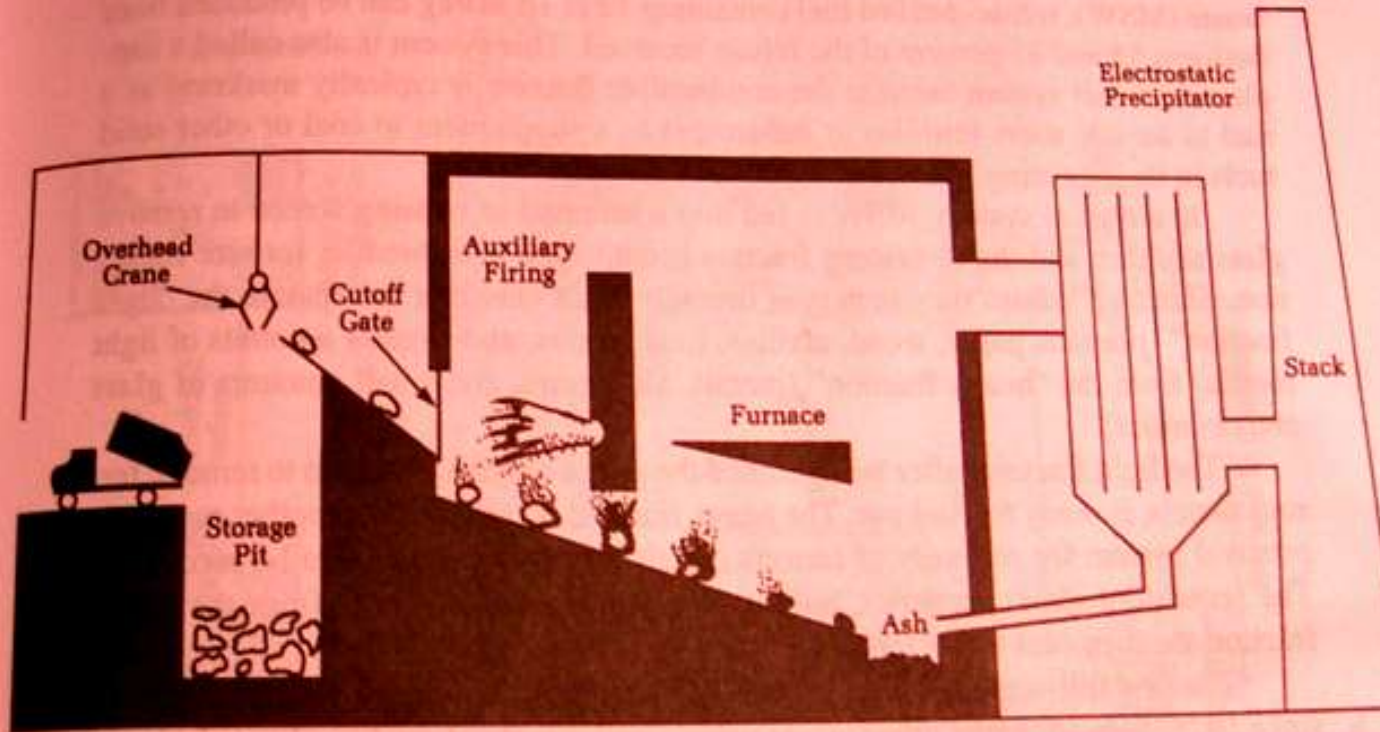
## ***INCINERATOR KONVENSIONAL***

**Meskipun sampah yang diolah memiliki *heat value*, namun umumnya cukup basah dan tidak *autogenous* (terbakar sendiri)**

**=> diperlukan bahan bakar tambahan pada tahap awal pembakaran**

**Proses insinerasi sampah biasanya menghasilkan banyak debu (*particulates*)**

**=> diperlukan piranti pengendali pencemaran (*electrostatic precipitator*)**



**FIGURE 8-18**  
Schematic of a conventional traveling grate incinerator.

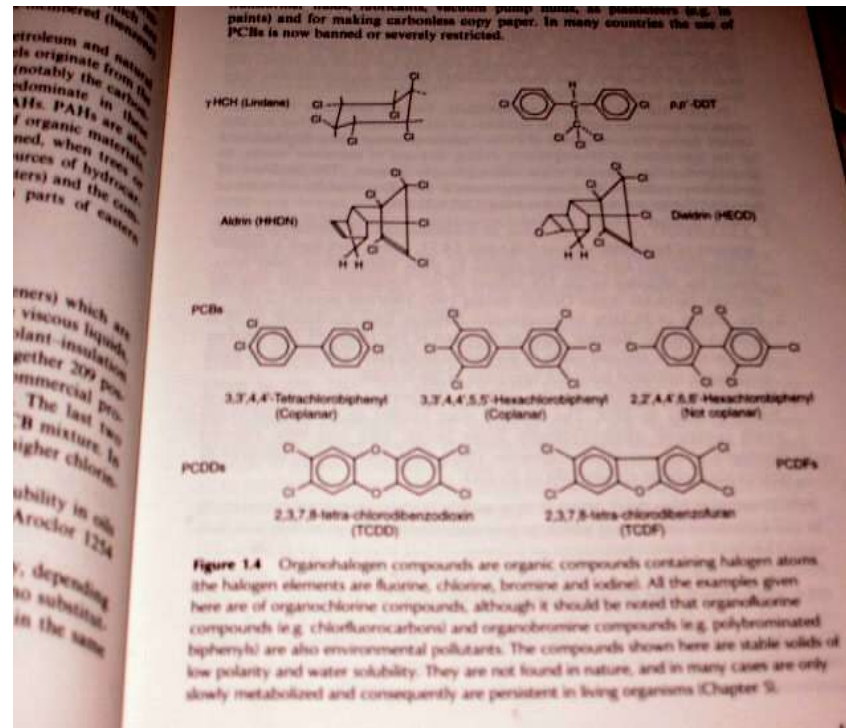
***INCINERATOR*** - sangat efektif mereduksi volume sampah tetapi masih mengundang perdebatan (aspek keamanan lingkungan)

**US-EPA - menemukan kandungan senyawa-senyawa dioksin, furan, timbel (Pb), dan kadmium (Cd) dalam abu (*fly ash*) => lebih mudah menembus paru-paru manusia daripada *heavy bottom ash***

### **Pengalaman di AS:**

- \* **Dioksin dalam abu sisa insinerasi s/d 780 ppb (1 ppb, TCDD sudah bahaya)**
- \* **Emisi Cd : 100% *incinerator* melampaui standar**  
**Emisi Pb: 70% *incinerator* melampaui standar**

# [3] RISIKO PENCEMARAN



## **Survei Lee & Huffman (1993)**

**penyebaran penggunaan *incinerator* di AS terhambat oleh adanya TCBS**

**[ NIMBY – *Not In My Backyard* ]**

**[1] Gas-gas asam (*acid gas*) : HCl, Nox dan SO<sub>2</sub>**

**[2] Pencemar organik (*organics*) sebagai produk pembakaran tidak sempurna (*products of incomplete combustion*): senyawa-senyawa dioksin (PCDDs) dan furan (PCDFs), PAHs**

**[3] Debu (*particulates*): logam-logam beracun (konvensional maupun radioaktif)**

**[4] Kontaminan dalam abu**

**[5] Kontaminan dalam limbah cair**

# Formasi dan dekomposisi *polychlorinated dibenzo-dioxin* (PCDD) dan *polychlorinated dibenzo-furan* (PCDF) :

## TIGA (3) mekanisme

**[1] PCDD/PCDF telah ada dalam limbah dan tidak rusak seluruhnya atau mengalami transformasi selama pembakaran**

**[2] PCDD/PCDF terbentuk dari senyawa-senyawa yang secara struktural terkait, seperti PCBs dan chlorobenzenes**

**[3] PCDD/PCDF terbentuk melalui sintesis *de novo*, berasal dari senyawa yang secara structural tidak terkait, seperti *polyvinyl chloride* (PVC), atau oleh pembakaran bahan organik tak sempurna dengan kehadiran sumber klor, seperti klorida logam.**



**Pembentukan PAHs :**

**Pembakaran yang tidak sempurna**

**Keberadaan klor dalam sistem hidrokarbon**

**Emisi PAHs : salah satu isu yang paling kontroversial,  
terkait dengan *incinerator*.**

**Emisi PAHs : proses insinerasi**

**Limbah plastik PVC, PP (*polypropylene*)**

**dan HDPE (*high density polyethylene*)**

**Sampah kota dan limbah industri**

## **Senyawa-senyawa dioksin, furan, PAH dan logam-logam memiliki daya racun yang tinggi:**

- ⇒ masuk dalam daftar 129 pencemar yang diprioritaskan oleh US-EPA sejak 1979
- ⇒ daftar hitam & daftar abu-abu senyawa beracun versi EU (*European Union*) (McEldowney *et al.*, 1993).



## **KASUS Suginami (TERUNGKAP di tahun 2000)**

**kawasan pengolahan limbah di pinggiran kota Tokyo, Jepang - lebih dari 90 senyawa beracun di sekitar lokasi *incinerator***

**Saksi korban: Keiko Sato, perempuan (67 tahun)**

- **pembengkakan payudara**
- **lonjakan kadar hormon testosteron—**
- **“tumbuh” janggut di dagunya**
- **Pada rambut Sato ditemukan arsen, timbal dan merkuri dalam konsentrasi yang tinggi.**
- **“alarm” bagi penggunaan teknologi insinerasi untuk pengelolaan limbah padat perkotaan**





### LIVING WITH THE FALLOUT

Residents of Tokyo's Sagami district say the low-altitude waste disposal site is poisoning the atmosphere and making people sick. Keiko Sakai shows how

to have to  
suffer. The  
Sagami dis

**Di beberapa tempat, saat ini pengoperasian *incinerator* dibarengi dengan usaha mereduksi risiko pencemaran**

## **UPAYA REDUKSI RISIKO :**

**menyisihkan bahan-bahan yang mengandung logam beracun (baterai) dan limbah yang mengandung klor (plastik) untuk mengurangi emisi logam-logam beracun dan senyawa-senyawa dioksin oleh *incinerator***

**(Bremen, Jerman & Minneapolis, AS)**

	<b>Point Sources</b>		<b>Non-point Sources</b>	
<b>Pollutant Category</b>	<b>Domestic Sewage</b>	<b>Industrial Wastes</b>	<b>Agricultural Runoff</b>	<b>Urban Runoff</b>
<b>Oxygen demanding material</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Nutrients</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Pathogens</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Suspended solids/sediments</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Salt</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Toxic metals</b>		<b>X</b>		<b>X</b>
<b>Toxic organic chemicals</b>		<b>X</b>	<b>X</b>	

