



5 September 2026

• W E B I N A R •

Dalam Rangka Peringatan
HARI KESEHATAN LINGKUNGAN SEDUNIA

26 SEPTEMBER 2026

TRANSFORMASI KESEHATAN LINGKUNGAN

Integrasi Pengelolaan Limbah Domestik, K3L dan Ekonomi Sirkular
dalam Mendukung Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim

IMAM ROZALI FATHAR

SEHAT LINGKUNGAN

| SEHAT MASYARAKAT

| TANGGUH IKLIM

TRANSFORMASI KESEHATAN LINGKUNGAN

**INTEGRASI PENGELOLAAN LIMBAH DOMESTIK, K3L DAN
EKONOMI SIRKULAR DALAM MENDUKUNG MITIGASI DAN
ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM**

Disusun oleh:

IMAM ROZALI FATHAR



Apakah lingkungan yang
sesuai baku mutu pasti
sehat??

Pertanyaan ini penting karena selama
ini kita sering menjadikan
COMPLIANCE sebagai tujuan akhir.
Ketika hasil pemantauan memenuhi
baku mutu, kita merasa persoalan
lingkungan sudah selesai



Padahal, kesehatan lingkungan
jauh lebih luas daripada sekadar
angka yang memenuhi standar
baku mutu

Memenuhi Baku Mutu Belum Tentu Menghasilkan Lingkungan yang Sehat

COMPLIANCE

- ✓ Baku mutu tercapai
- ✓ Monitoring rutin
- ✓ Dokumen lengkap
- ✓ Pengolahan tersedia

ENVIRONMENTAL HEALTH

- Air benar-benar aman?
- Ekosistem berfungsi sehat?
- Pekerja terbebas dari paparan?
- Masyarakat sepenuhnya terlindungi?
- Sumber daya berputar secara berkelanjutan?

**Compliant ≠
Automatically Healthy**

Tiga Realitas Sektor yang Sesungguhnya Saling Terhubung



Kita sering memisahkan ketiga persoalan ini. Padahal, perlindungan lingkungan dan keselamatan manusia adalah satu kesatuan matriks.

MENGUBAH CARA BERPIKIR

Apakah lingkungan yang sekadar memenuhi baku mutu otomatis merupakan lingkungan yang sehat?



Siapa yang akhirnya membayar biaya pencemaran?

Masyarakat

Lingkungan

Ekonomi

Generasi Mendatang

Biaya Pencemaran Tidak Pernah Hilang, Ia Hanya Berpindah Tempat



Pertanyaannya bukan sekadar “berapa biaya mengolah limbah?”, tetapi
“berapa biaya yang ditanggung jika kita tidak mengelolanya?”

Pernyataan tersebut sangat sejalan dengan Hukum Termodinamika, terutama jika ditinjau dari prinsip kekekalan energi (Hukum I) dan peningkatan entropi (Hukum II), serta dihubungkan dengan konsep ekonomi ekologi.

**BIAYA PENCEMARAN TIDAK PERNAH
BENAR-BENAR HILANG.
IA HANYA BERPINDAH.**

Secara fisik dan sistemik, limbah atau zat pencemar tidak pernah benar-benar "hilang" dari muka bumi; ia hanya berubah bentuk atau berpindah tempat.

Hukum I Termodinamika (Kekekalan Massa & Energi)

Prinsip: Energi/massa tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan, hanya dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain.

Korelasinya: Korelasi Hukum I Termodinamika dengan pencemaran limbah cair (baik domestik maupun industri) berakar pada Prinsip Kekekalan Massa dan Energi (Conservation of Mass and Energy).

Hukum Persamaan Keseimbangan Massa (Mass Balance)

Secara termodinamika, setiap sistem pengolahan atau pembuangan limbah tunduk pada hukum keseimbangan massa sederhana:

$$\text{Massa Masuk} = \text{Massa Terakumulasi} + \text{Massa Keluar}$$

Limbah Domestik

Ketika kita menggunakan air untuk mandi, mencuci, atau toilet, Deterjen (surfaktan), materi organik (BOD/COD), dan Nutrien (Nitrogen/Fosfor) tidak lenyap saat disiram (flushing).

Massa kimia tersebut berpindah dari rumah tangga ke saluran drainase, sungai, atau tanah.

Limbah Industri

Bahan kimia toksik atau logam berat (Cr, Pb, Cd) yang masuk dalam proses produksi akan keluar dalam jumlah massa yang sama, baik melekat pada produk akhir, menjadi sludge (endapan), maupun terlarut dalam limbah cair (effluent).

Pernyataan tersebut sangat sejalan dengan Hukum Termodinamika, terutama jika ditinjau dari prinsip kekekalan energi (Hukum I) dan peningkatan entropi (Hukum II), serta dihubungkan dengan konsep ekonomi ekologi.

**BIAYA PENCEMARAN TIDAK PERNAH
BENAR-BENAR HILANG.
IA HANYA BERPINDAH.**

Secara fisik dan sistemik, limbah atau zat pencemar tidak pernah benar-benar "hilang" dari muka bumi; ia hanya berubah bentuk atau berpindah tempat.

Hukum II Termodinamika (Entropi dan Degradasi Energi)

Prinsip

Setiap proses perubahan energi selalu meningkatkan entropi (ketidakberaturan/keacakan) total sistem, dan sebagian energi terdegradasi menjadi bentuk yang kurang berguna.

Korelasinya

Saat materi terdispersi ke udara atau air, zat pencemar tersebut tersebar secara acak (entropi meningkat). Memurnikan kembali lingkungan yang tercemar membutuhkan usaha dan energi yang sangat besar (bahkan secara termodinamika memerlukan energi lebih besar daripada energi yang digunakan saat menghasilkan limbah tersebut). Artinya, biaya untuk membersihkan pencemaran selalu jauh lebih mahal daripada biaya mencegahnya.

Mekanisme Perpindahan "Biaya Pencemaran"

Dalam ilmu ekonomi lingkungan, kondisi ini dikenal sebagai Eksternalitas Negatif

Jenis Biaya	Bentuk Perpindahan
Biaya Ekosistem	Dari internal pabrik/produsen ➡ berpindah ke penurunan kualitas air, tanah, atau udara publik.
Biaya Kesehatan	Dari penghematan unit pengolahan limbah ➡ berpindah menjadi biaya pengobatan masyarakat sekitar (misal: ISPA, penyakit kulit).
Biaya Antar-Generasi	Dari generasi sekarang yang menikmati konsumsi murah ➡ berpindah menjadi beban akumulasi limbah/perubahan iklim bagi generasi mendatang.

pencemaran adalah konsekuensi fisik dari penggunaan materi/energi, dan biayanya selalu bergeser ke tempat, bentuk, atau subjek lain selama tidak diinternalisasi sejak awal.

Perpindahan Dampak Lingkungan

Jika limbah cair dibuang langsung tanpa pengolahan (untreated)

Limbah Domestik

Organik terlarut yang masuk ke sungai dirombak oleh mikroorganisme lokal. Massa oksigen terlarut (Dissolved Oxygen) dikonsumsi untuk merombak massa organik tersebut, memindahkan masalah dari "limbah di saluran" menjadi "kematian biota air akibat anoksik".

Limbah Industri

Logam berat yang dibuang ke badan air tidak terkikis oleh waktu. Logam tersebut berpindah fasa menyerap ke dalam sedimen dasar sungai atau mengalami bioakumulasi pada rantai makanan (ikan/udang) yang akhirnya kembali dikonsumsi oleh manusia.



Ingat Kasus Minamata ?

Transformasi Bentuk, Bukan Penghilangan

Hukum I menegaskan bahwa pencemar hanya berpindah fasa atau berubah struktur kimianya

Proses Pengolahan	Perubahan Bentuk / Fasa	Realita Fisik (Kekekalan Massa)
Pengolahan Biologis (Lumpur Aktif)	Senyawa organik terlarut terurai menjadi gas dan sel bakteri baru.	Senyawa organik tidak hilang, melainkan berubah menjadi gas CO_2/CH_4 (pencemaran udara/emisi GRK) dan biomasa/lumpur biologi (<i>sludge</i>).
Pengendapan Kimia (Koagulasi/Flokulasi)	Polutan terlarut diikat menggunakan bahan kimia (seperti tawas/PAC).	Polutan cair berpindah wujud menjadi Limbah Padat/B3 (Sludge Kimia) yang tetap membutuhkan penanganan lanjutan.
Pemisahan Fisika (Filtrasi / Membran RO)	Membran menyaring polutan hingga menghasilkan air bersih (<i>permeate</i>).	Polutan tidak hancur, melainkan terkonsentrasi menjadi aliran konsentrat (<i>brine/reject</i>) dengan kepekatan tinggi.

“Sekarang saya ingin mengajukan pertanyaan kedua.”

Siapa yang sebenarnya membayar biaya pencemaran?



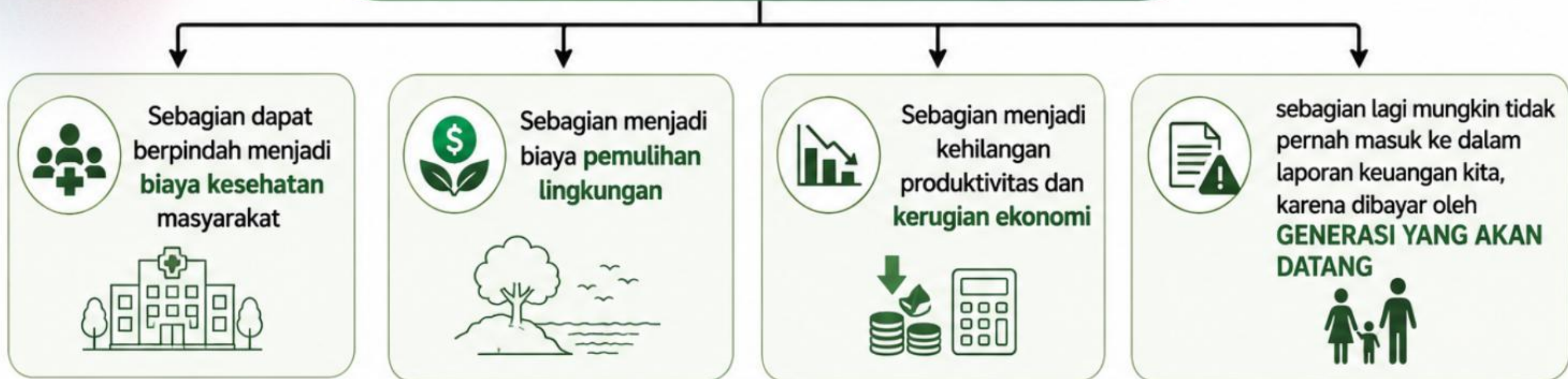
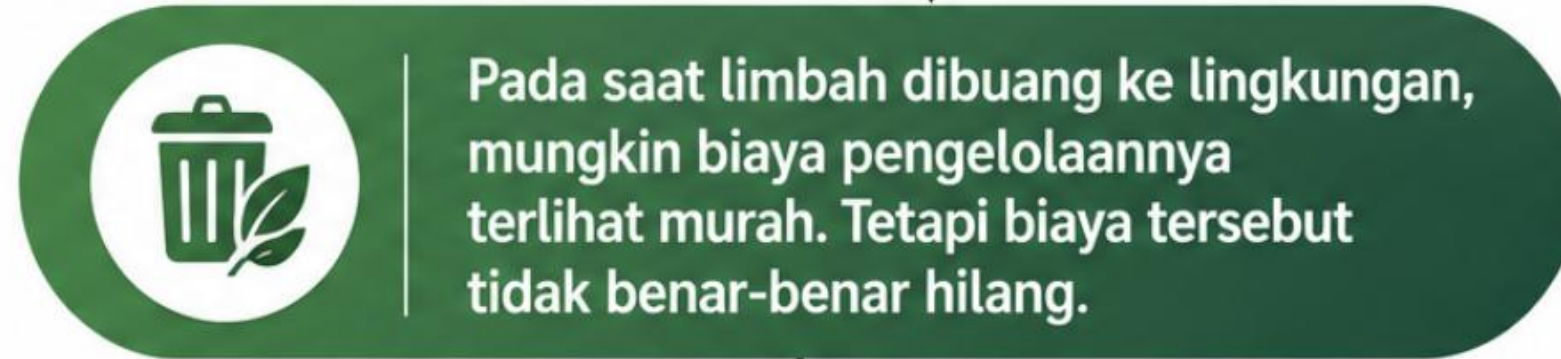
WHO PAYS ?

KITA SEMUA

**Keika Pencemaran terjadi,
dia tidak memilih**

**Dampaknya dirasakan oleh
setiap makhluk hidup, di
setiap tempat, sekarang,
dan nanti**

WHO PAYS?



Inilah yang dalam perspektif ekonomi lingkungan sering kita kenal sebagai **externality**, ketika sebagian biaya dari suatu aktivitas tidak sepenuhnya ditanggung oleh pihak yang menghasilkan aktivitas tersebut, tetapi ditanggung oleh masyarakat dan lingkungan.



Karena itu, ketika kita berbicara tentang transformasi kesehatan lingkungan, pertanyaannya bukan hanya 'berapa biaya mengolah limbah?' tetapi **Berapa biaya yang harus kita tanggung jika kita tidak mengelolanya?**

DAMPAK PENCEMARAN LIMBAH

Bagaimana Kerusakan Lingkungan Menciptakan
Beban Ekonomi Makro dan Mengancam
Kesejahteraan Finansial Indonesia

Beban Ekonomi Pencemaran Lingkungan di Indonesia



irf.
ImamRozaliFathar

Berdasarkan data dan rilis resmi terbaru dari kementerian/lembaga riset terkait nilai ekonomi dan sektor-sektor utama yang paling parah terdampak:

1. Sektor Kesehatan Publik dan Jaminan Sosial (BPJS)

Sektor ini menanggung beban finansial langsung dari lonjakan biaya pengobatan masyarakat yang terpapar polusi udara, air, maupun limbah B3.

- a) **Nilai Kerugian Ekonomi:** Berdasarkan data terbaru dari Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), beban biaya kesehatan akibat polusi udara (khususnya untuk penyakit respirasi seperti ISPA, asma, PPOK, dan pneumonia) saja mencapai lebih dari Rp13 triliun.
- b) **Dampak Kumulatif:** Jika mencakup total kerugian ekonomi akibat penurunan kualitas udara di wilayah metropolitan seperti Jakarta (Jabodetabek) termasuk hilangnya hari kerja produktif dan mortalitas dini, KLH mencatat kerugiannya mencapai angka fantastis, yakni Rp45 triliun.
- c) **Sumber Referensi:** Rilis Resmi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) melalui *CNBC Indonesia* (Juli 2025).

2. Sektor Anggaran Negara & Penegakan Hukum (Biaya Pemulihan Lingkungan)

Mahalnya proses pemulihan lahan terkontaminasi atau pembersihan badan air yang tercemar dibebankan pada kas negara melalui APBN, atau melalui tuntutan ganti rugi perdata kepada pihak industri yang melanggar.

- a) **Nilai Kasus Hukum dan Pemulihan:** Sebagai gambaran masifnya biaya pemulihan ekosistem yang rusak, per Juni 2025, Kementerian Lingkungan Hidup / Badan Pengendalian Lingkungan Hidup (KLH/BPLH) memenangkan gugatan ganti rugi lingkungan akumulatif senilai **Rp721 miliar** terhadap korporasi pencemar, di mana instrumen hukumnya memaksa pelaku untuk melakukan tindakan pemulihan langsung secara fisik yang nilainya jauh lebih besar.
- b) **Sumber Referensi:** Dokumen Siaran Pers No: SR.134/HUMAS/KLH-BPLH/6/2025, *Kementerian Lingkungan Hidup / Badan Pengendalian Lingkungan Hidup* (Juli 2025).

“Kalau begitu, mungkin masalah terbesar kita bukan karena kita tidak memiliki teknologi pengolahan limbah.

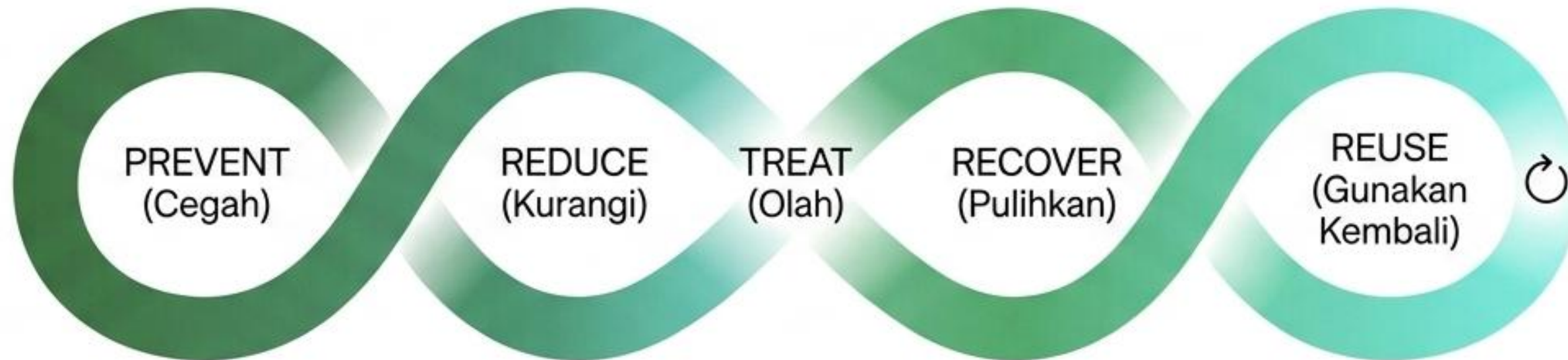
Bisa jadi masalahnya adalah cara kita memandang lingkungan itu sendiri.”

Menggeser Paradigma Pengelolaan Infrastruktur Limbah

Paradigma Reaktif (Linear)

AKTIVITAS → KUMPULKAN → OLAH → BUANG

Paradigma Ketahanan (Sirkular)



Treatment saja tidak lagi cukup. Tujuan akhirnya adalah memulihkan sumber daya dan mengeliminasi beban lingkungan.

Anatomi Air Limbah Domestik Melampaui Apa yang Terlihat Oleh Mata

FISIK

TSS, Kekeruhan, Temperatur.

ORGANIK

BOD, COD, Minyak & Lemak.

NUTRIEN

NH₃-N, Total Nitrogen, Fosfor.

MIKROBIOLOGI

Bakteri, Virus, Protozoa, Pathogen.

EMERGING CONTAMINANTS

Residu farmasi, Produk perawatan pribadi (*Personal care products*), Mikroplastik.

Air limbah bukan sekadar “air kotor”.
Ia adalah matriks kompleks yang
membutuhkan pendekatan spesifik
untuk setiap lapisannya.

Desain IPAL Ditentukan Oleh Konteks dan Beban, Bukan Asumsi

Karakterisasi Limbah

Debit Q & Konsentrasi C

Hitung Beban Pencemar

$$Q \times C$$

Tentukan Target Efluen

Media pelepasan atau target pemanfaatan

Seleksi Teknologi Spesifik

Sesuai Permen LH No. 11 Tahun 2025:

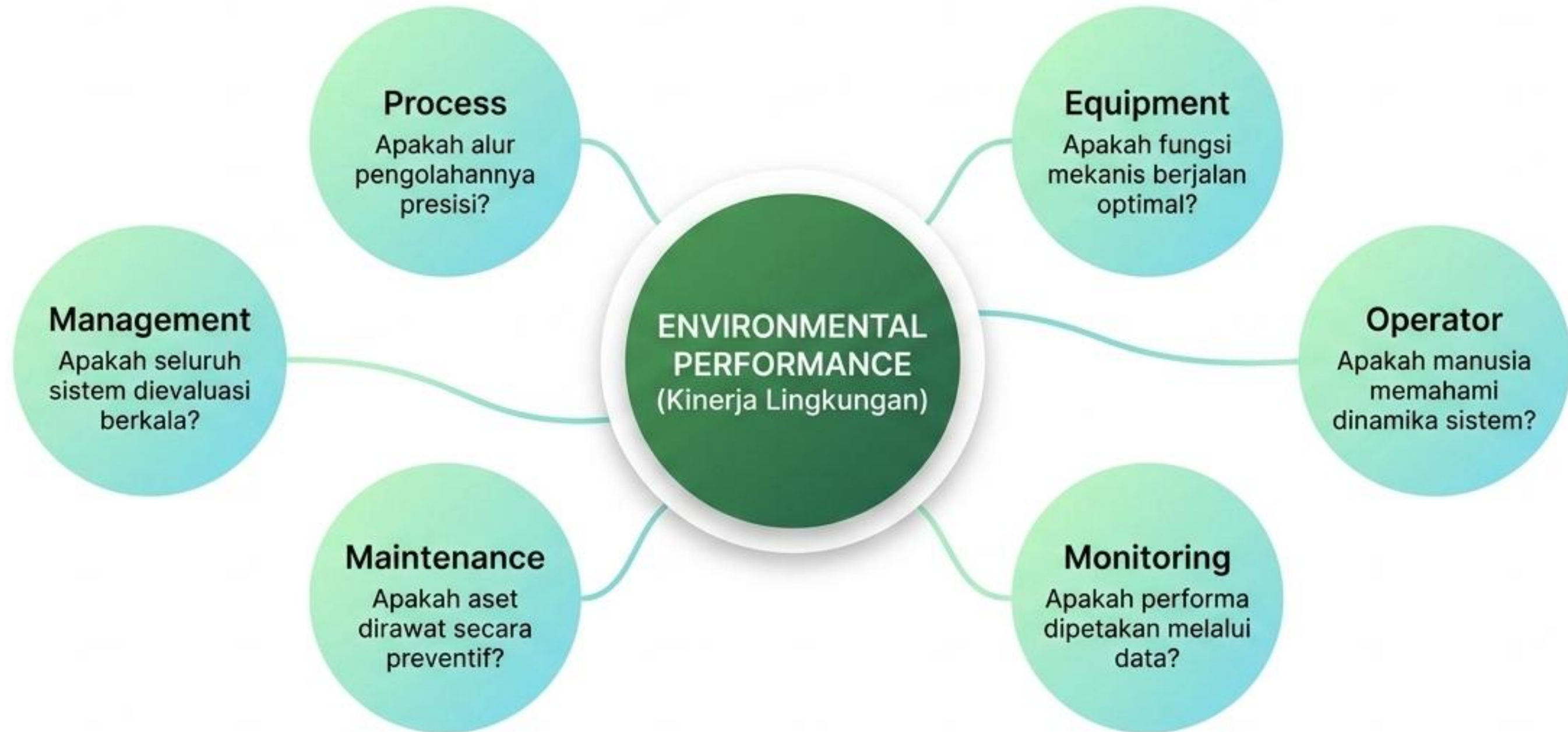
Standar teknologi pengolahan dipilih berdasarkan kegiatan pelepasan dan volume debit air limbah, bukan sekadar pemenuhan baku mutu statis

Best available technology belum tentu best suitable technology

SKALA LIMBAH MEMENGARUHI PENDEKATAN TEKNOLOGI
berdasarkan Permen LH/BPLH No. 11 Tahun 2025, dikombinasikan dengan SNI, Metcalf & Eddy (*Wastewater Engineering*), Crites & Tchobanoglous, serta praktik desain IPAL domestik di Indonesia.

Kategori Debit Air Limbah	Karakteristik Sistem	Teknologi yang Direkomendasikan	Keterangan
< 3 m ³ /hari	Rumah tinggal, kantor kecil	Septic Tank + Sumur Resapan/Filter Anaerob	Sistem sederhana tanpa operator khusus
		Septic Tank + Anaerobic Filter	Efisiensi BOD 70–85%
		Biofilter Anaerob–Aerob Kompak	Cocok bila ruang terbatas
		MBBR Paket	Untuk target efluen lebih tinggi
3–50 m ³ /hari	Perkantoran, sekolah, pabrik kecil–menengah	Anaerobic Baffled Reactor (ABR) + Biofilter Aerob	Teknologi paling ekonomis
		Anaerobic Filter + Aerob	Lumpur relatif sedikit
		ABR + MBBR	Sangat direkomendasikan
		MBBR + Clarifier	Bila tidak menggunakan proses anaerob
		SBR	Membutuhkan kontrol otomatis
		MBR	Untuk reuse berkualitas tinggi
> 50 m ³ /hari	Kawasan industri, rumah sakit, apartemen	ABR + MBBR + Clarifier	Sangat ekonomis untuk kapasitas besar
		Activated Sludge	Memerlukan operator terlatih
		Extended Aeration	Lumpur stabil, operasi sederhana
		Oxidation Ditch	Sangat stabil terhadap fluktuasi beban
		MBBR	Efisiensi tinggi, footprint kecil
		MBR	Reuse langsung setelah desinfeksi

IPAL Adalah Sistem Terintegrasi, Bukan Sekadar Infrastruktur Fisik



Kegagalan IPAL seringkali bukan karena teknologinya buruk, tetapi karena ekosistem operasionalnya tidak dikelola.

Formula Kinerja IPAL Memiliki Efek Domino

$$P = T \times O \times M \times H$$

(Performance = Technology × Operation × Monitoring × Human Competency)

Skenario Ideal:	$1 \times 1 \times 1 \times 1 = 1.0$ (Optimal)
-----------------	--

Skenario Lemah di Operasi:	$1 \times 0.5 \times 1 \times 1 = 0.5$ (Sub-standar)
----------------------------	--

Skenario Lemah di Kompetensi:	$1 \times 1 \times 1 \times 0.2 = 0.2$ (Gagal)
-------------------------------	--

Karena bersifat perkalian (bukan penjumlahan), kelemahan pada satu pilar akan menarik turun seluruh performa sistem. Teknologi tidak dapat mengkompensasi lemahnya operasi.

APAKAH KESEHATAN LINGKUNGAN HANYA TENTANG LINGKUNGAN?

Kesehatan lingkungan adalah hubungan dinamis antara manusia, lingkungan, faktor risiko, dan kesehatan.

DARI LIMBAH MENJADI RISIKO KESEHATAN



Semakin dekat kita mengendalikan risiko pada sumbernya, semakin kecil peluang risiko tersebut mencapai manusia.

TIDAK ADA MASALAH LINGKUNGAN YANG BENAR-BENAR BERDIRI SENDIRI



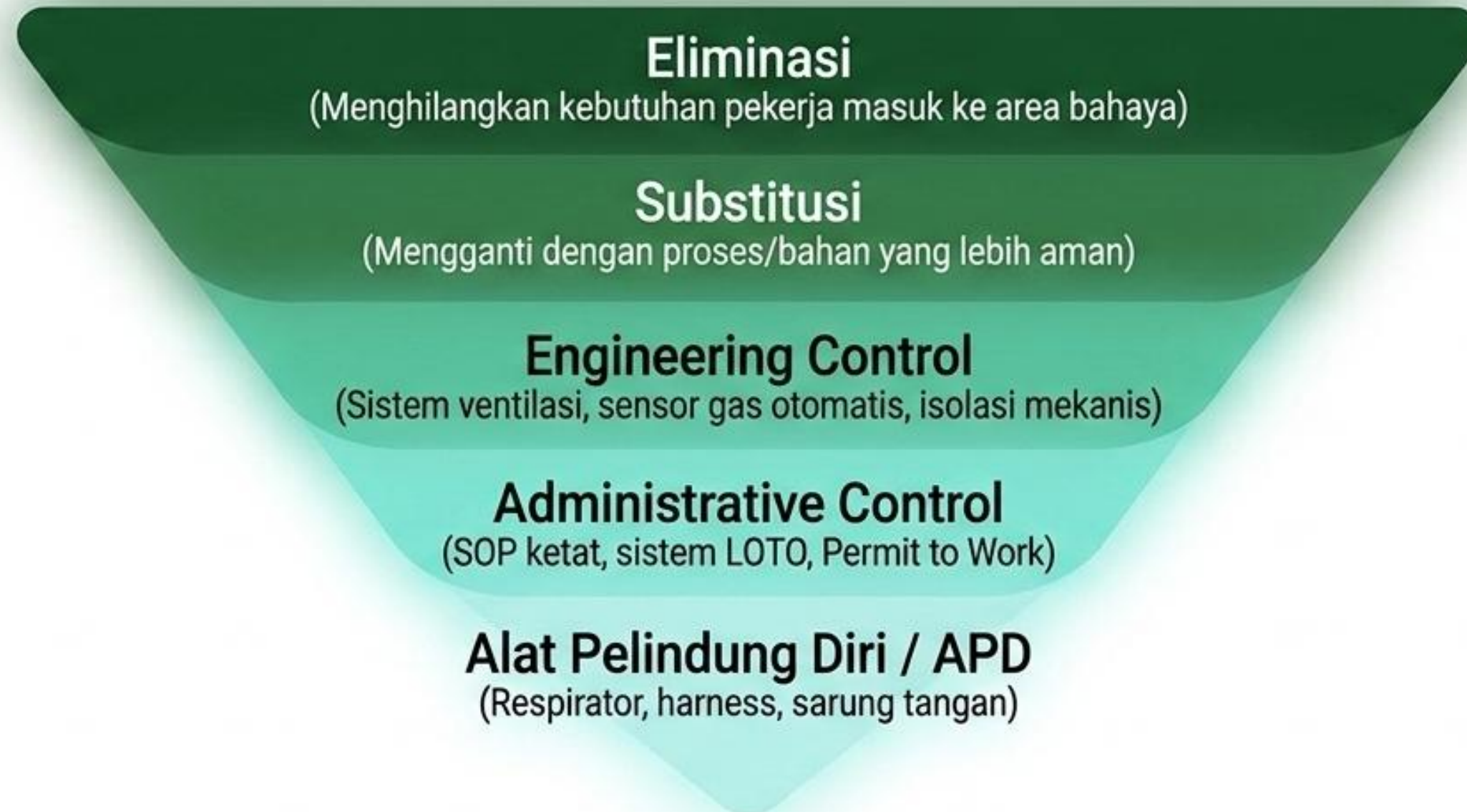
**“Kalau kita ingin memutus rantai risiko tersebut,
dari mana kita harus mulai?”**

SOURCE → CHARACTERIZATION → RISK → CONTROL

Salah satu sumber tekanan lingkungan yang paling dekat dengan kehidupan sehari-hari
adalah **limbah domestik**

Karakterisasi limbah harus dimulai dari memahami aktivitas yang menghasilkan limbah

Mengendalikan Risiko Melalui Hierarki, Bukan Sekadar Alat Pelindung



APD adalah garis pertahanan terakhir. Risiko operasional sejati dikendalikan melalui desain dan rekayasa, bukan dengan membebani fisik pekerja.

“SIAPA YANG MELINDUNGI SIAPA?”

Sistem	Yang Dilindungi	Dari Apa?	Instrumen Perlindungan
Environmental Protection	Lingkungan	Pencemaran	IPAL, pengendalian emisi, waste management
K3	Pekerja	Hazard & exposure	HIRADC, engineering control, SOP, APD
Public Health	Masyarakat	Paparan lingkungan	Sanitasi, air bersih, pengendalian pencemaran
Climate Action	Sistem kehidupan	Perubahan iklim	Mitigasi + adaptasi
Management	Seluruh sistem	Kegagalan sistem	Monitoring, audit, improvement

LINGKUNGAN YANG SEHAT HARUS DIMULAI DARI ORANG YANG MENJAGANYA

PERUBAHAN IKLIM: MENGAPA PENGELOLAAN LIMBAH RELEVAN?

“Apa hubungan IPAL dengan perubahan iklim?”

A. MITIGASI

Mengurangi emisi atau meningkatkan pengurangan/penghindaran emisi.

Contoh pada sektor limbah:

Pengurangan timbunan, pengolahan organic, pengendalian methane, efisiensi energi, renewable energy, water reuse, resource recovery

B. ADAPTASI

Meningkatkan kemampuan sistem menghadapi dampak perubahan iklim.

Kekeringan

water scarcity

Adaptasi:

treatment → reuse → water security

Mengapa sesuatu disebut limbah?

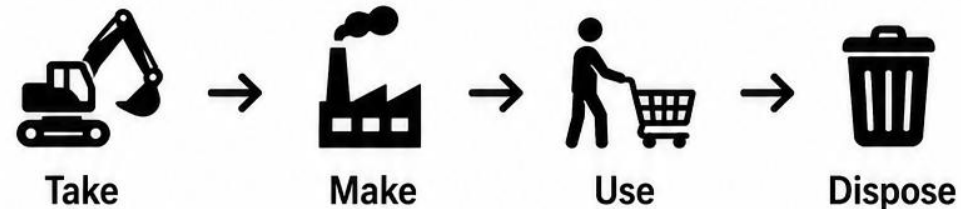
Apakah karena:



**CIRCULAR ECONOMY:
DARI WASTE MENJADI RESOURCE**

Linear

Take → Make → Use → Dispose



Circular



Contoh nyata

Wastewater

→ treatment → reuse.

Organic waste

→ compost/bioconversion.

Energy → recovery.

Material → recycling.

Sludge

→ characterization

→ treatment

→ appropriate recovery/disposal.

Transisi Menuju Ekonomi Sirkular: Mendefinisikan Ulang "Limbah"

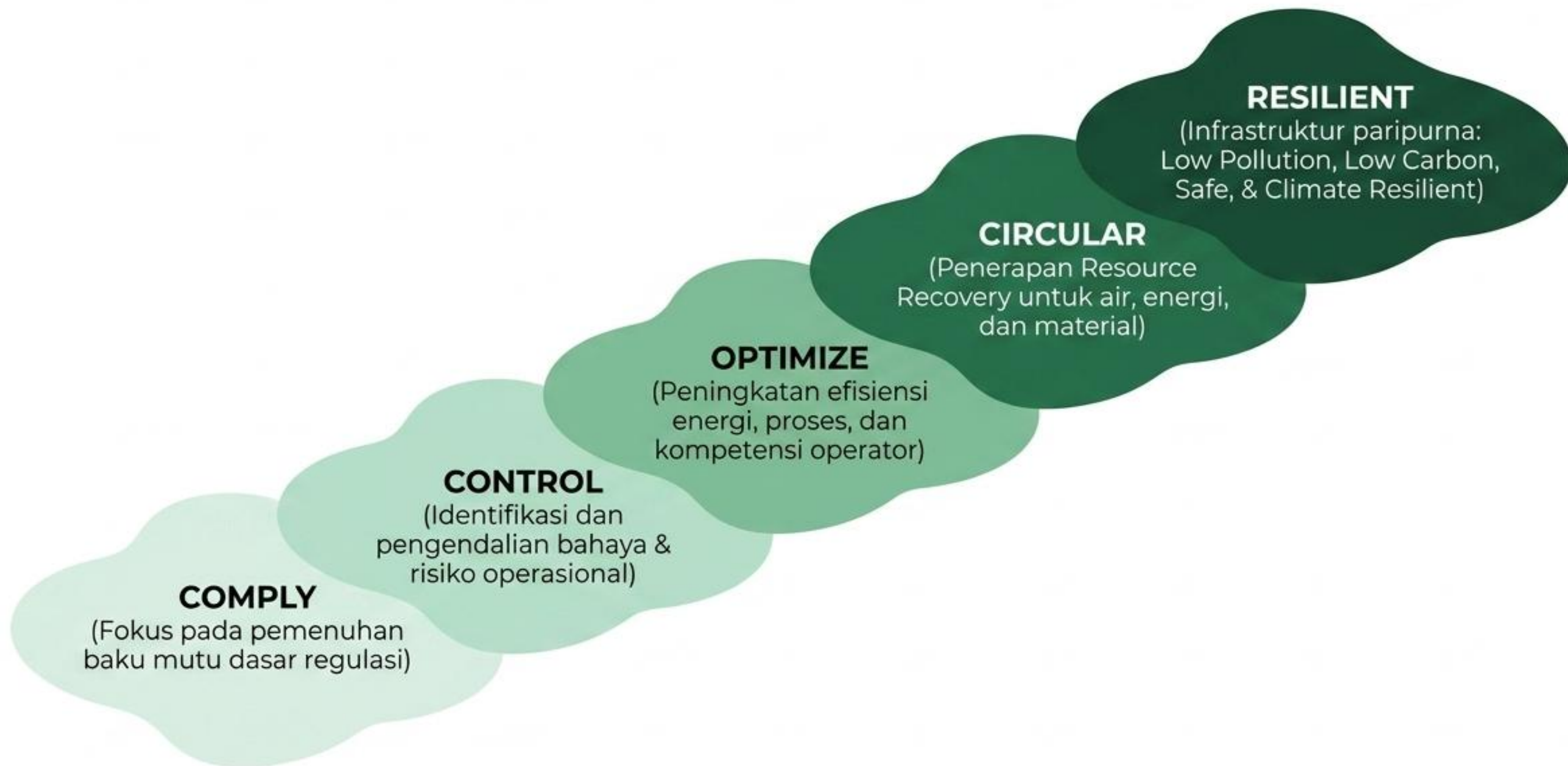
**Circular economy bukan berarti
semua limbah harus dimanfaatkan.**

Ada prinsip:

Safety → Compliance → Environmental Feasibility → Economic Feasibility

Sesuatu disebut limbah hanya karena kita belum menerapkan
teknologi dan **sistem** yang tepat untuk memanfaatkannya.

Peta Jalan Transformasi: Menuju Ketahanan Sistem



**Kita tidak sedang sekadar mengolah limbah.
Kita sedang membangun ketahanan ekologis untuk masa depan.**

Nekrus Kesehatan Planet: Sebuah Sintesis Integrasi

Aktivitas Manusia → Tekanan Lingkungan



Environmental Health → Human Health → Planetary Health

Kesehatan manusia tidak dapat dipisahkan dari kesehatan pekerja, ketahanan infrastruktur, dan keseimbangan sistem bumi yang menopangnya.

SINTESIS: MENDUPLIKASI POLA PIKIR MASA DEPAN

Dari

Menjadi

Waste Management	→	Resource Management
Compliance (Kepatuhan)	→	Performance (Kinerja)
Treatment (Pengolahan)	→	Prevention + Recovery
K3 sebagai kewajiban regulasi	→	Safety Culture (Budaya Aman)
Energi sebagai sunk cost	→	Efisiensi + Mitigasi
IPAL sebagai sekadar fasilitas	→	Climate-Resilient Infrastructure
Limbah sebagai beban operasional	→	Resource (Sumber Daya Bernilai)
Reaktif	→	Preventif & Prediktif
Lokal (Siloed)	→	Sistemik
Sustainability	→	Resilience (Ketangguhan)

KESEHATAN LINGKUNGAN

ADALAH INVESTASI TERBAIK UNTUK KEHIDUPAN

Kesehatan lingkungan bukan sekadar tentang seberapa baik kita mengolah limbah, tetapi tentang seberapa baik kita...



MENCEGAH RISIKO

Mencegah lebih baik daripada memperbaiki. Cegah pencemaran, cegah penyakit, cegah kerugian.

MELINDUNGI MANUSIA

Lingkungan yang sehat menjaga kualitas hidup, melindungi hari ini, untuk generasi berikutnya.

MENJAGA SUMBER DAYA

Air bersih, tanah subur, udara segar adalah sumber kehidupan yang harus kita jaga keberlanjutannya.

MENGURANGI TEKANAN TERHADAP IKLIM

Pengelolaan limbah yang baik berarti lebih sedikit emisi, lebih hemat energi, dan masa depan yang lebih sejuk.

MEMBANGUN SISTEM YANG BERKELANJUTAN

Sistem yang kuat hari ini akan terus melindungi kehidupan, bahkan saat kita tidak lagi ada di sini.

“ Karena itu, keberhasilan pengelolaan lingkungan bukan diukur saat kita mampu mengolah limbah dengan baik,

TETAPI SAAT KITA MAMPU MEMBANGUN SEBUAH SISTEM KEHIDUPAN



Menghasilkan lebih sedikit risiko



Menggunakan lebih sedikit sumber daya



Memberikan lebih banyak perlindungan



Dan tetap mampu menjaga kehidupan hari ini, esok, dan untuk generasi yang belum lahir.”

SETIAP TINDAKAN KECIL HARI INI, ADALAH PERLINDUNGAN BESAR BAGI MASA DEPAN

LINGKUNGAN YANG SEHAT BUKAN WARISAN YANG KITA TERIMA BEGITU SAJA, TETAPI AMANAH YANG HARUS KITA JAGA DAN WARISAN TERBAIK YANG HARUS KITA TINGGALKAN.

Presented by :

IMAM ROZALI FATHAR

Environmental Auditor & Consultant

“ LEADERSHIP IS
NOT ABOUT POSITION.
IT’S ABOUT IMPACT
AND INSPIRATION. ”

