



# TEKNOLOGI BERSIH (*CLEANER PRODUCTION*)

TL 4002 Rekayasa Lingkungan 2009  
Program Studi Teknik Lingkungan ITB

## Pendahuluan

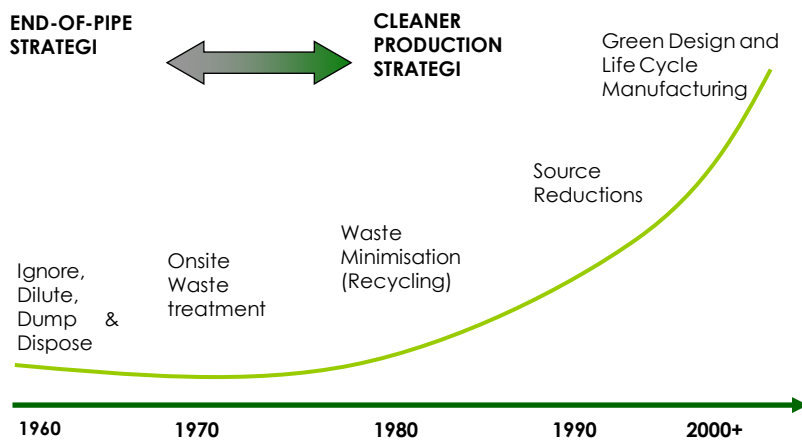
- **Teknologi Bersih** : Strategi pengelolaan lingkungan yang bersifat preventif dan terpadu yang diterapkan secara terus menerus pada proses produksi, produk dan jasa sehingga meningkatkan eko-efisiensi dan mengurangi terjadinya resiko terhadap manusia dan lingkungan (UNEP).
- Pada awalnya pengelolaan lingkungan didasarkan pada pendekatan kapasitas daya dukung (*Carrying Capacity Approach*) akibat terbatasnya daya dukung alamiah untuk menetralsir pencemaran yang semakin meningkat.
- Upaya dalam mengatasi masalah pencemaran berubah pendekatan pengolahan limbah yang terbentuk (*End Of Pipe Treatment*).

## Pendahuluan...(2)

- Pada kenyataannya tidak memecahkan permasalahan yang ada.
- Dalam prakteknya pendekatan pengolahan limbah mengalami berbagai kendala.
  - ✓ Rendahnya pentaatan dan penegakan hukum dan peraturan.
  - ✓ Lemahnya perangkat Peraturan yang tersedia.
  - ✓ Rendahnya tingkat kesadaran.
  - ✓ Sifatnya reaktif atau bereaksi setelah limbah itu terbentuk.
  - ✓ Memerlukan biaya investasi, operasi serta pemeliharaan relatif tinggi. Hal tersebut menjadi salah satu alasan mengapa kalangan industri tidak atau belum dapat melaksanakan pengelolaan lingkungan secara optimal.

## Pendahuluan...(2)

### Sejarah Perkembangan Strategi Pengelolaan Lingkungan





## ***End-of-pipe Treatment Technology***

Pengendalian pencemaran dengan penerapan teknologi yang umum dilaksanakan pada saat ini adalah 'teknologi perlakuan akhir' atau '*end-of-pipe treatment technology*'.

- Konsep ini merupakan konsep perintah dan pengendalian [command and control] yang hanya meninjau pembebanan pada salah satu media udara, air, atau tanah dan menyelesaikan satu masalah yang tertuju pada suatu kegiatan.
- Pemikiran yang parsial ini sering menimbulkan masalah, karena penanganan hanya berdasarkan pada pengelolaan yang paling mudah.



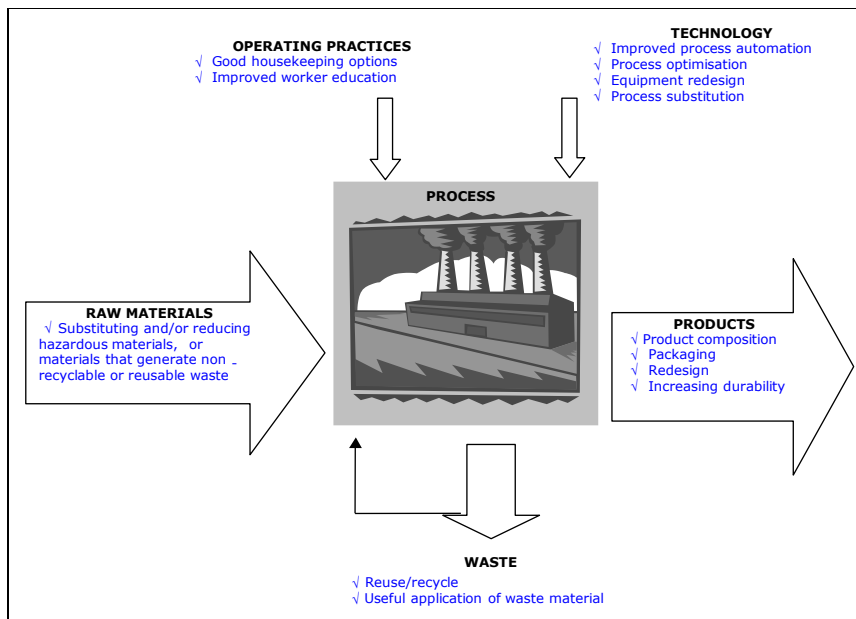
## ***End-of-pipe Treatment Technology...(2)***

- Hal positif dari pengembangan konsep '*end-of-pipe treatment technology*' adalah memacu pertumbuhan konsultan teknik dan pembuat peralatan yang berkaitan dengan unit pengolahan baik limbah fasa gas atau limbah cair.
- Hal yang menggembirakan ini jarang didukung oleh kemampuan analisis yang memadai dari konsultan untuk menyelesaikan masalah pada kegagalan operasi, karena seringkali konsultan teknik ini hanya sebagai penjual teknologi atau peralatan saja. Sebagai akibatnya, sasaran pengelolaan lingkungan dengan pengendalian pencemaran ini tidak dapat dicapai secara menyeluruh.
- Penyebab lainnya adalah kegagalan sistem cost accounting yang belum dapat menilai biaya kerugian lingkungan sehingga pengusaha, pemilik, dan pengelola industri berpendapat bahwa biaya pembangunan dan pelaksanaan suatu pengolah limbah adalah biaya tambahan [external cost].

## Cleaner Production

- Konsep ini memiliki *hierarchy* di mana *recycle* harus dilakukan langsung (*in-pipe recycle*). Jadi penyelesaian masalah lingkungan ditekankan pada sumber pencemaran bukan pada akhir proses seperti pada *end-of-pipe treatment technology*.
- Konsep ini meliputi pemanfaatan sumber alam secara efisien yang bermakna pula bagi penyusutan limbah yang dihasilkan, pencemaran, dan penyusutan risiko bagi kesehatan dan keselamatan manusia.
- Konsep ini tidak selalu membutuhkan kegiatan yang mahal atau teknologi canggih tetapi sering kali menghasilkan penghematan yang potensial sehingga meningkatkan daya saing di pasar.
- Konsep ini membutuhkan perubahan sikap, pengelolaan lingkungan yang bertanggung-jawab dan penilaian pilihan teknologi. Produksi bersih yang sederhana untuk diterapkan adalah *good housekeeping*.

## Pilihan Cleaner Production



## **Substitusi Bahan Baku dan Bahan Pembantu**

- Mengganti bahan baku yang mengandung bahan berbahaya dengan bahan yang tidak atau lebih sedikit mengandung bahan berbahaya dan baracun (B-3).
- Mengganti bahan pelarut dan bahan pembersih yang mengandung bahan berbahaya.

## **Memperbaiki Sistem Tata Rumah Tangga (*House keeping*)**

- Mengurangi kehilangan bahan baku, produk dan energi sebagai akibat adanya kebocoran, dan tumpahan.
- Menempatkan peralatan dengan baik untuk menghindari terjadinya tumpahan dan kontaminasi.
- Menyediakan dan menggunakan penampung tetesan, tumpahan dan kebocoran.
- Mencegah tercampurnya aliran limbah dari sumber yang berbeda.



## Modifikasi Produk

- Memformulasikan kembali rancangan produk untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan setelah produk tersebut dipakai.
- Menghilangkan kemasan yang berlebihan dan tidak perlu.
- Meningkatkan masa pakai produk (product lifetime).
- Mendisain produk sehingga produk tersebut dapat didaur ulang.



## Modifikasi Proses

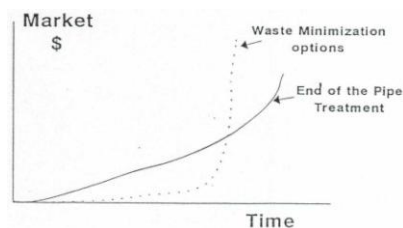
- Mengganti peralatan yang rusak dan perbaikan tataletaknya ntuk mengoptimalkan aliran bahan dan efisiensi produk.
- Memperbaiki kondisi proses seperti kecepatan aliran, temperatur, tekanan dan waktu penyimpanan, untuk memperbaiki kualitas produk akhir dan mengurangi terbentuknya limbah.

## Keuntungan Dalam Penerapan Teknologi Bersih

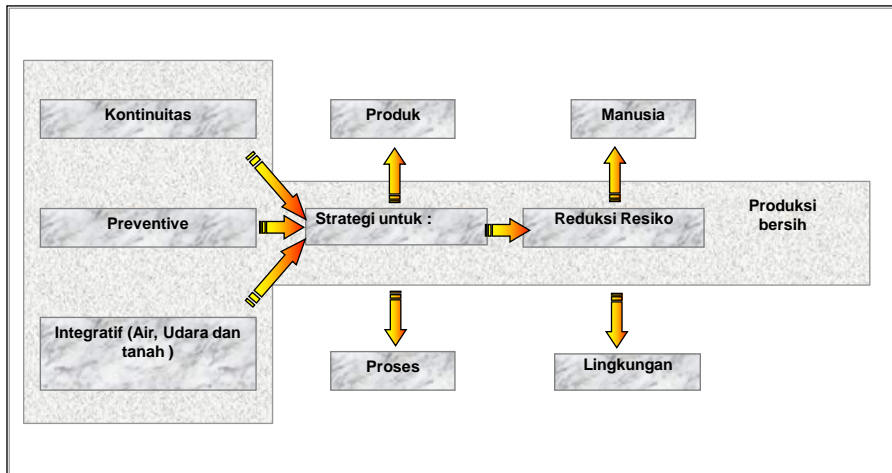
- Meningkatkan efisiensi.
- Mengurangi Biaya Pengolahan Limbah.
- Konsevasi Bahan Baku dan Energi.
- Membantu Akses Kepada Lembaga Finansial.
- Memenuhi Permintaan Pasar.
- Memperbaiki Kualitas Lingkungan.
- Memenuhi Peraturan Lingkungan.
- Memperbaiki Lingkungan Kerja.
- Meningkatkan Persepsi Masyarakat.

## Keuntungan & Kerugian Produksi Bersih & End-of-pipe Treatment

	keuntungan	kerugian
Produksi bersih	Long term solution Energy/materials savings Waste disposal savings Improved worker protection	Longer timescale needed High risk More complex procedures Unfamiliar to regulators
End of Pipe	Meets short timescales Straightforward procedures Low risk Understood by regulators	Short term solution Transfers problem to other media Reactive



## Element Esensial dari Strategi Produksi Bersih



## Prioritas Dalam Penanganan Masalah Limbah

- Menghilangkan atau mengurangi timbulan limbah di sumbernya (di hulu proses industri) baik *in-process* maupun daur ulang *closed-loop*.
- Mendaur ulang limbah : di industri/pabrik itu sendiri, atau di tempat lain.
- Menggunakan teknologi pengolahan limbah yang aman guna mengurangi toksisitas, mobilitas atau mengurangi volume limbah.
- Menyingkirkan (*dispose*) limbah ke lingkungan dengan menggunakan metode rekayasa yang baik dan aman.
- *Recovery* tanah dan air tanah yang tercemar (remediasi)



## Limbah : Masalah Lingkungan atau Ekonomi ?

- Limbah merupakan kehilangan karena :
  - ✓ Bahan baku hilang menjadi limbah
  - ✓ Biaya buruh hilang percuma
  - ✓ Penanganan limbah mahal
- Biaya penanganan limbah sering melebihi biaya upah buruh
- Jadi, limbah adalah masalah ekonomi karenanya reduksi limbah memberikan keuntungan yang kompetitif
- **Proses :**
  - ✓ Teknologi bersih lebih efisien dalam menggunakan sumber daya dan penggunaan bahan
  - ✓ Teknologi bersih dapat mengurangi rusaknya material
  - ✓ *Recovery* dan *reuse* dari material
  - ✓ *Recycle* limbah yang terbentuk
  - ✓ Mengadakan pengawasan dan pengolahan limbah dan emisi sebelum dibuang
  - ✓ Minimasi dan pengawasan terhadap kebisingan

## Strategi Teknologi Bersih

- Sumber daya alam yang semakin langka → sumber daya alam yang tak terbarukan.
- Merubah input bahan baku ke sistem untuk mengurangi penggunaan bahan-bahan kimia toksik (beracun).
- Mereduksi limbah dengan efisiensi konversi bahan baku menjadi produk dan produk samping (*by-product*) yang bermanfaat.
- Merubah rancangan, komposisi atau pengemasan produk.
- **Produk :**
  - ✓ Mengurangi bahan-bahan yang masuk
  - ✓ Memilih material alternatif yang berdampak paling kecil terhadap lingkungan dalam daur hidupnya
  - ✓ Menjadikan lebih berguna
  - ✓ Meningkatkan efisiensi dalam proses operasi
  - ✓ Meningkatkan produk untuk agar mudah untuk dilakukan *recycle*
  - ✓ Mengurangi atau mencari alternatif kemasan
  - ✓ Efisiensi dalam distribusi dan penyaluran

### ■ **Pemisahan limbah disumber**

- ✓ Hindari campuran limbah B3 dengan non B3
- ✓ Limbah yang berbentuk padatan : tidak dilembabkan
- ✓ Pemberian label, tanda pada tumpukan atau kontainer limbah B3

### ■ **Penggunaan *raw material***

- ✓ Meminimalkan penggunaan *raw material* yang ekstraksi atau purifikasinya menghasilkan residu dalam jumlah besar.
- ✓ Menghindari penggunaan *raw material* yang transportasinya ke industri menghasilkan residu dalam jumlah besar.

### ■ **Modifikasi proses**

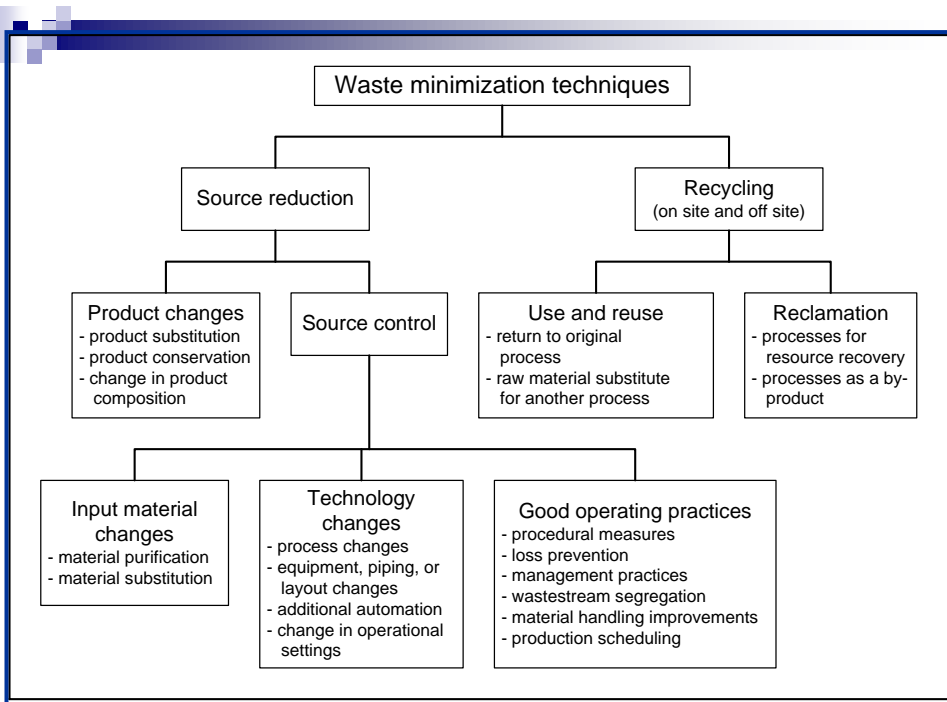
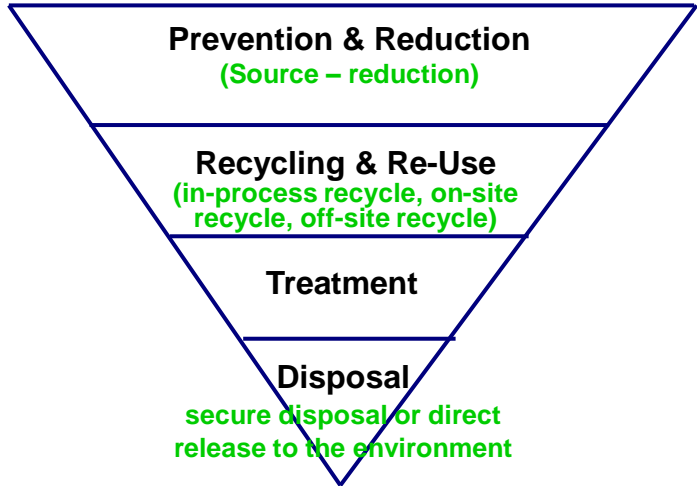
Perubahan dalam bahan baku, peralatan, prosedur operasi, cara penyimpanan bahan, misalnya penggantian pelarut organik dengan pelarut lain (air), penggantian bahan baku kualitas lebih tinggi, sehingga limbah berbahaya dapat dihindari.

## Prinsip Reduksi Limbah

- **Reduce** : gunakan lebih sedikit bahan
- **Reuse** : Di lain *batch* untuk produk yang sama
- **Remake** : bila tidak *reuse*, *rework* ke dalam produk yang lebih murah
- **Recycle** : *reintroduce* bahan bekas bersama bahan baku baru walaupun tidak selalu ekonomis, namun berwawasan lingkungan.

Reduksi limbah sebetulnya tidak mahal dan tidak membutuhkan modal yang besar. Yang dibutuhkan adalah merubah perilaku dalam berusaha.

# Pollution Prevention Hierarchy



## Contoh Upaya Reduksi Limbah

- Volume kemasan produk seminimal mungkin
- Packaging dari produk dirancang agar pemisahan komponennya mudah dilakukan
- Digunakan wadah produk cair yang dapat diisi ulang
- Hindari packaging terbuat dari bahan yang berbahaya yang dapat terlindikan jika dibuang ke landfill
- Produk yang berkategori berbahaya diangkut melalui jalan yang aman dan dikemudikan oleh supir yang sudah terlatih
- Menggunakan sesedikit mungkin pengemas yang berbeda
- Memilih pasokan bahan ke industri yang bersedia mengambil kembali pengemasnya
- Menghindari produk yang ikatannya satu dengan yang lainna sulit dilepas, seperti lem atau solder
- Menghindari penggunaan bahan yang berbeda yang mungkin sulit untuk dipisahkan nanti
- Menggunakan komponen plastik yang telah terstandarisasi
- Memilih cairan yang dapat direcovery jika tumpah

## Program 6R

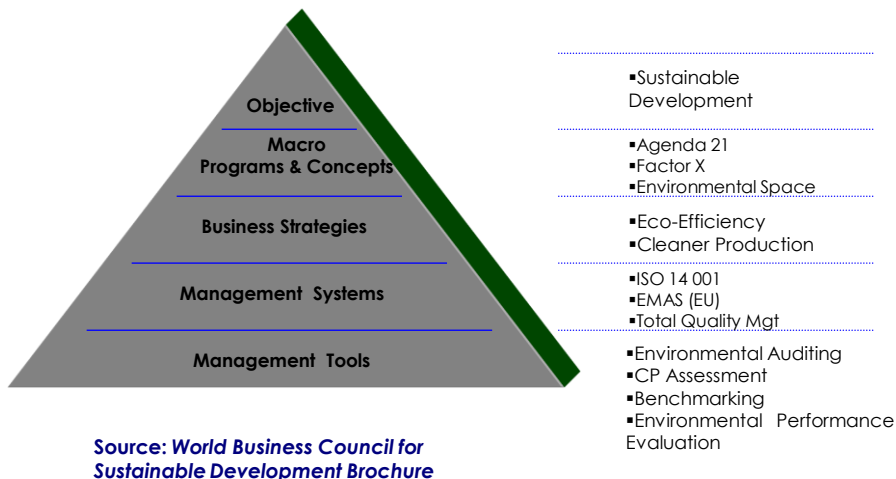
- **Refine**, memurnikan atau menghilangkan kontaminan dari bahan baku atau bahan pembantu
- **Reduce**, mengurangi kebutuhan bahan baku secara stokiometri proses sehingga mengurangi limbah
- **Reuse**, pemakaian kembali bahan baku/pembantu proses untuk proses yang serupa
- **Recycle**, pemakaian kembali bahan baku/pembantu dan hasil samping proses untuk proses yang berbeda
- **Recovery**, pengambilan kembali meterial yg masih memiliki nilai tambah
- **Retrive to Energi**, merubah material sisa proses menjadi sumber energi

Manfaat : penghematan biaya dan meningkatkan daya saing produk di pasar ekspor

## Perbandingan *Cleaner Production* dengan *Pollution Control*

Cleaner Production "antisipasi & pencegahan"	Pollution Control "reaksi & perawatan "
Pengembangan secara kontinyu	Satu penyelesaian pada masalahnya sendiri
Kemajuan kearah penggunaan <i>closed loop</i> atau <i>continuous cycle processes</i>	Proses menghasilkan limbah untuk dibuang
Semua dalam perusahaan mempunyai peraturan permainan	Penyelesaian dikembangkan oleh ahlinya
Aktif dalam antisipasi dan menghindari adanya polusi dan limbah	Respon reaktif terhadap polusi dan limbah setelah terjadi
Mengeliminasi masalah lingkungan dari sumbernya	Polutan dikontrol dengan metode dan alat pengolahan limbah
Melibatkan perbuatan baru, sikap dan teknik manajemen dan stimulasi teknis yang maju	Mengandalkan sepenuhnya pada pengembangan teknis teknologi yang ada

## Sustainable Development & Cleaner Production

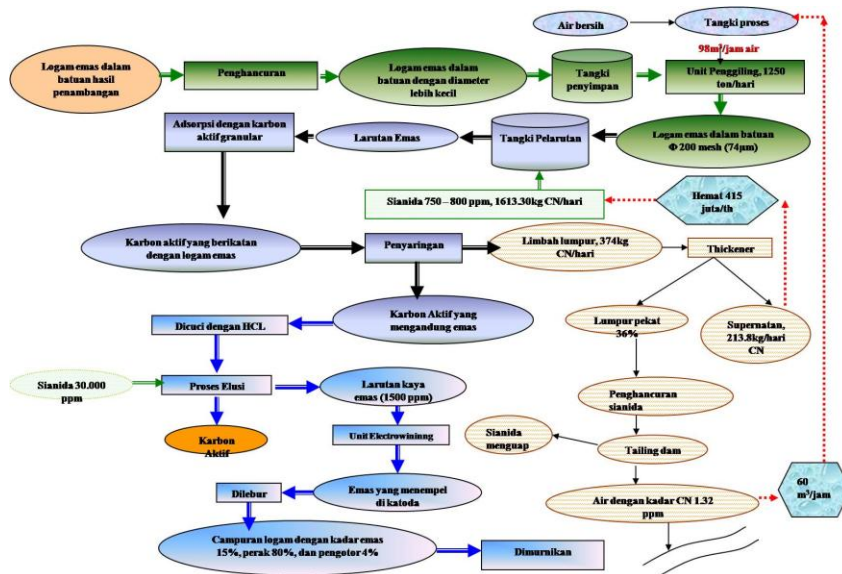


## Case Study

### Produksi Bersih di PT Aneka Tambang

- Proses Penambangan Emas :** Metode penambangan yang dilakukan PT Aneka Tambang Tbk adalah metode cut and fill yaitu mengambil bijih emas dari perut bumi, kemudian rongga yang telah kosong diisi kembali dengan material limbah tailing dari pengolahan emas yang telah bersih dari zat-zat berbahaya.

### Produksi Bersih di PT. Aneka Tambang





## Case Study...(2)

### Modifikasi Teknologi Industri Pulp ad Paper

#### ■ Latar Belakang Masalah:

- Sebagian besar industri kertas menggunakan pemutih yang mengandung klorin.
- Klorin akan bereaksi dengan senyawa organik dalam kayu membentuk senyawa toksik seperti dioksin.
- Dioksin adalah salah satu jenis organoklorin yang memiliki empat klor, dua oksigen dan dua cincin benzena. Klor adalah unsur halogen yang sangat reaktif sehingga mudah bereaksi dengan senyawa organik maupun senyawa lainnya.

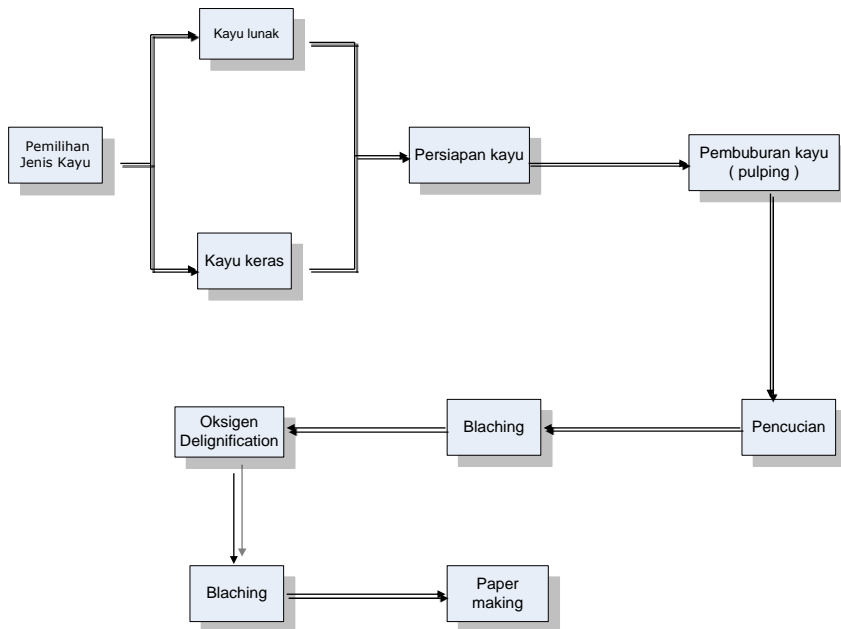


## Case Study...(2)

### Modifikasi Teknologi Industri Pulp ad Paper

#### ■ Proses Produksi Kertas:

- Pembuatan kertas dari pulp dengan proses kimia menggunakan sodium sulfat (kraft process).
- Kraft pulping menghasilkan pulp kurang dari 50% dari bahan baku kayu, sisanya menjadi sludge yang akhirnya dibakar, disebar ke tanah atau dibuang dengan sistem landfill.



## Case Study...(2)

### Modifikasi Teknologi Industri Pulp ad Paper

#### ■ Aplikasi Produksi Bersih :

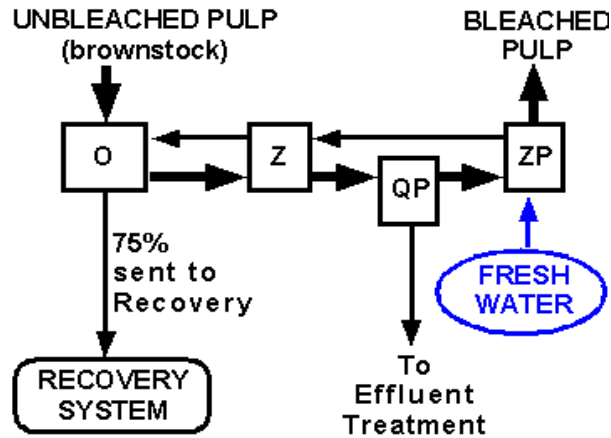
- Substitusi Bahan Pemutih Berklorin dengan Pemutih Oksigen
  - ✓ Sumber utama klorin dalam industri kertas berasal dari proses pemutihan bubur kayu
  - ✓ Untuk memastikan tidak adanya senyawa organik terklorinasi yang terbentuk dalam proses pemutihan adalah dengan menghilangkan semua zat pemutih yang mengandung klor
  - ✓ Bahan pemutih alternatif yang dapat menggantikan fungsi klorin dalam proses pemutihan (bleaching) dalam pembuatan kertas adalah : Ozon (O<sub>3</sub>), Oksigen (O<sub>2</sub>), Sodium hipoklorit (NaOCl), Hidrogen peroksida (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), Sodium hidroksida (NaOH)



## Case Study...(2)

### Modifikasi Teknologi Industri Pulp ad Paper

- Aplikasi Produksi Bersih :
  - Modifikasi Teknologi
    1. Low Effluent TCF (Totally Chlorine Free)



## Case Study...(2)

### Modifikasi Teknologi Industri Pulp ad Paper

- Aplikasi Produksi Bersih :
  - Modifikasi Teknologi
    1. Low Effluent ECF (Elementary Chlorine Free)

