

# Perancangan Proses Kimia

Pertemuan\_4

# HIRARKI PERANCANGAN PROSES TEKNIK KIMIA

- Conceptual design (Perancangan konseptual): membangun/mengembangkan flowsheet awal (preliminary flowsheet) menggunakan metode yang ada → sifatnya pendekatan
- Preliminary design (Perancangan pendahuluan/awal): menggunakan simulator dengan ketelitian tinggi untuk mengevaluasi kinerja dari disain yang dibuat: steady state (tunak) dan dinamik
- Detailed design (Perancangan komplit/detil) :tipe dan spesifikasi alat proses sudah detil. Cth: jenis dari tray u kolom distilasi yang lebih spesifik, jumlah lubang dari sieve tray, sistem pompa dan perpipaan

# PERANCANGAN KONSEPTUAL

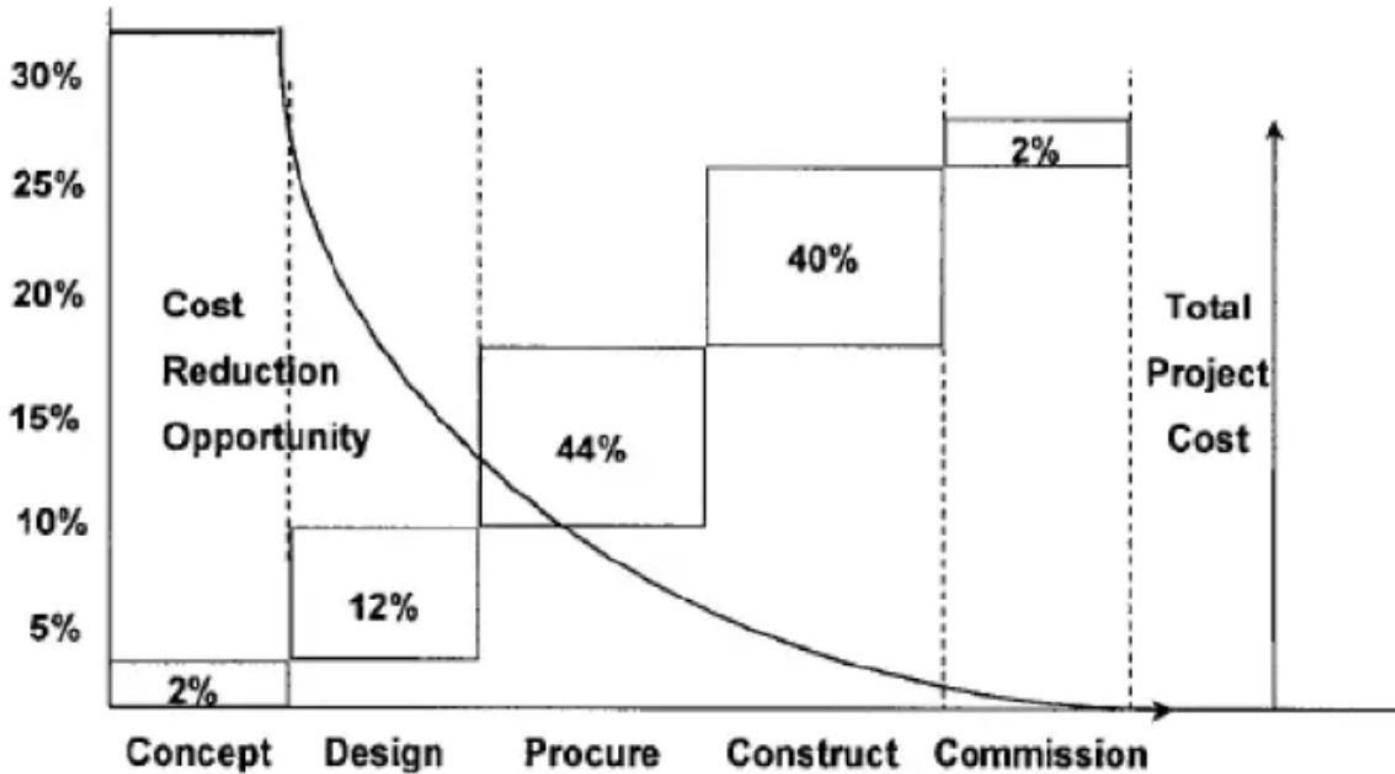
Perancangan → Proses sebagai sistem (*whole picture*)

Berhubungan dengan pendefinisian elemen dasar suatu proses

- Flowsheet
- Neraca massa
- Neraca energi
- Spesifikasi peralatan
- Kinerja peralatan
- Konsumsi utilitas
- Health and safety
- Pengelolaan limbah (padat, cair dan gas)
- Efisiensi ekonomi

## PERANCANGAN KONSEPTUAL...(CONT..)

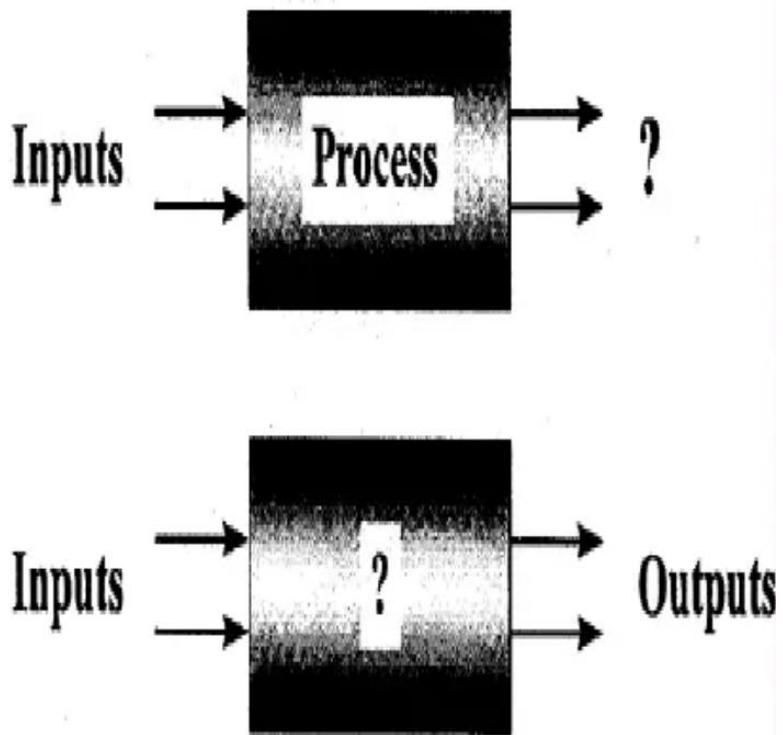
Berhubungan dengan sebagian besar biaya investasi dalam pabrik



Insentif ekonomi dalam suatu proyek

# SINTESIS DAN ANALISIS

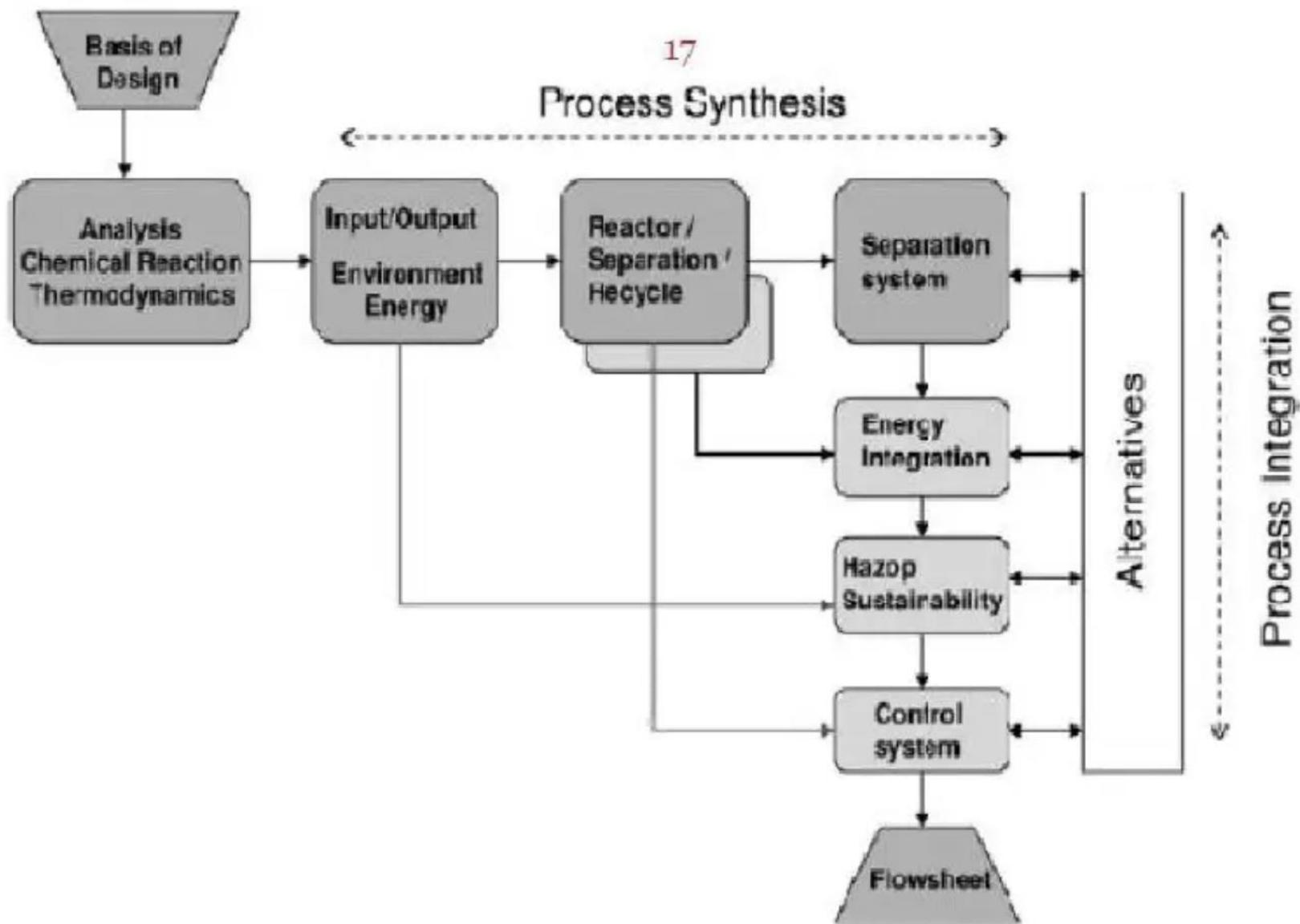
- Sintesis: kegiatan untuk penentuan disain sistem → Cth pemilihan komponen yang sesuai, proses pengolahannya, interaksinya dengan proses pendukung
- Analisis: mempelajari elemen sistem → Cth sifat komponen dan campuran, kinerja reaktor dan unit operasi yang terlibat dan evaluasi profitabilitas



# PENDEKATAN HIRARKI PERANCANGAN PROSES

- Basis perancangan : pengumpulan informasi proses dan data pendukung
- Analisis reaksi kimia dan termodinamika
- Analisis struktur input dan output
- Disain reaktor dan struktur recycle pabrik
- Sistem pemisahan pabrik
- Integrasi energi
- Alternatif perancangan
- HAZOP analysis : berkaitan dengan limbah dan B3
- Sistem pengendalian proses

## Process Synthesis



# STEP 1: BASIS PERANCANGAN

- Info teknologi konvensional dan terkini → keuntungan dan kerugian → berkaitan dengan lokasi, SDM, modal
- Info limbah dan B3 yang terkait dengan teknologi yang dipilih → resiko lingkungan dan kesehatan masyarakat → analisa resiko lingkungan
- Data pendukung: berhubungan dengan sifat fisik, kimia, dan biologi dari bahan dan produk

## STEP 2: REAKSI KIMIA DAN TERMODINAMIKA

Reaksi kimia:

- Mengidentifikasi produk utama dan produk samping
- Mendisain reaktor
- Memperkirakan utilitas (steam, air, gas) bila dibutuhkan
- Mendisain faktor safety dalam pengoperasian reaktor
- Memperkirakan jumlah dan jenis limbah/B3 dan penanganannya

Termodinamika:

- Mempengaruhi reaksi kimia dan faktor atau proses sesudahnya
- Cth: Keseimbangan kimia, kinetika kimia, campuran ideal atau non ideal

## STEP 3: ANALISA INPUT & OUTPUT

Penetapan kerangka neraca massa secara keseluruhan

Input: bahan baku



Output: produk utama, produk samping dan limbah  
(padat, cair, gas, B3)

Kelayakan awal ditentukan analisa ekonomi  
(termasuk biaya pengelolaan lingkungan dan  
pemberdayaan masyarakat)

## STEP 4: DISAIN REAKTOR DAN STRUKTUR RECYCLE PABRIK

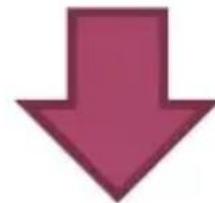
- Reaktor berhubungan dengan unit pemisahan dan daur ulang (recycle)
- Perancangan reaktor dari data kinetik
- Reaksi sekunder dan pembentukan pengotor secara kuantitatif
- Berhubungan dengan neraca massa → penting untuk memperhitungkan pengaruh daur ulang
- Jika reaksi bersifat eksoterm atau endoterm → berhubungan dengan neraca panas

## STEP 4: DISAIN REAKTOR DAN STRUKTUR RECYCLE PABRIK....CONT..

- Berhubungan dengan analisa proses integrasi panas (dari reaktor dan unit-unit penukar panas lain) → pinch technology
- Reaksi eksoterm: (1) stabilitas sistem (reaksi kimia) dipengaruhi oleh faktor umpan balik dari bahan dan energi, dan (2) energi dikonsumsi secara optimum dan surplus energi untuk digunakan oleh unit lain
- Reaksi endoterm: faktor ketersediaan utilitas dan sumber energi harus dipertimbangkan

# STEP 4: DISAIN REAKTOR DAN STRUKTUR RECYCLE PABRIK...CONT..

- Penghematan energi → modifikasi sistem pemisahan

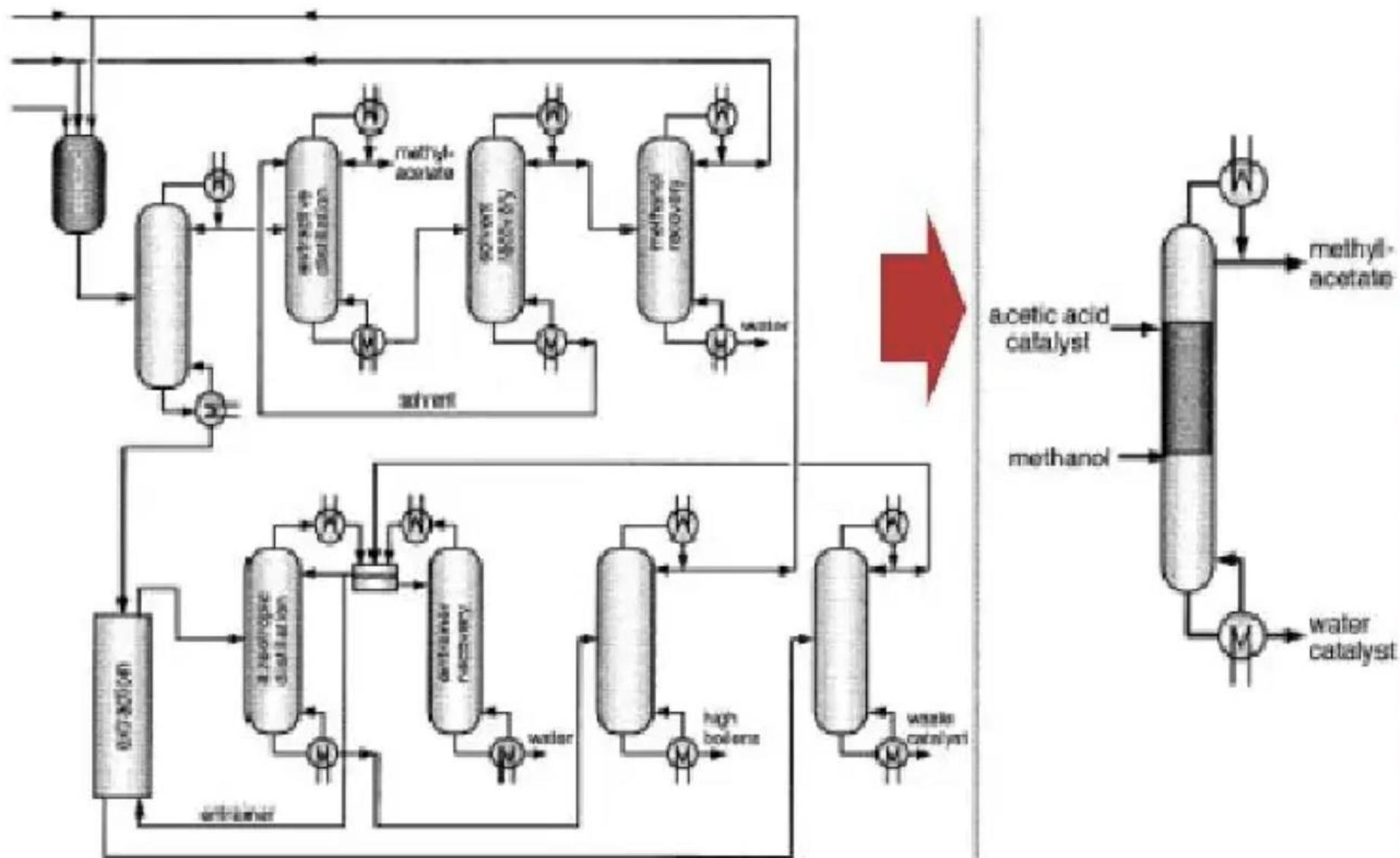


mempengaruhi disain reaktor dan sistem daur ulang

## STEP 5: SISTEM PEMISAHAN

- Mendisain proses pemisahan secara optimum untuk suatu subsistem
- Pemisahan berdasarkan karakteristik dari bahan yang hendak dipisahkan → fase uap dan cair
- Berkaitan dengan utilisasi energi → sangat berpotensi untuk proses integrasi

## Production of methyl acetate at Eastman Kodak: without / with reactive distillation



## STEP 6: INTEGRASI ENERGI

Berhubungan dgn kegiatan perancangan untuk meminimalkan energi dan utilitas material.

Dapat diklasifikasikan:

- Analisa pinch point → analisa panas dan konsumsi daya yang optimal
- Perancangan pemisahan energi yang terintegrasi
- Perancangan sistem pendingin (refrigerasi)
- Minimisasi air → merancang sistem untuk daur ulang air
- Minimisasi pelarut → merancang sistem untuk daur ulang pelarut

## STEP 7: ANALISIS HAZOP DAN LINGKUNGAN

- Pergeseran progresif dari pengolahan limbah → menuju ke pencegahan pencemaran atau mencegah terbentuknya limbah dari suatu industri
- Membutuhkan kemampuan untuk mengidentifikasi sumber limbah dan proses dalam industri
- *Auditing limbah → LANGKAH AWAL dalam suatu program yang bertujuan untuk optimisasi sumber pencemar maksimum dan peningkatan kinerja proses*

# AUDITING LIMBAH

Meliputi :

pengamatan, pengukuran, pencatatan data,  
pengambilan sampel limbah, analisa sampel  
dari limbah

(sesuai metode standar dengan dukungan  
manajemen dan operator secara menyeluruh

## STEP 8: SISTEM PENGENDALIAN KONTROL

- Mendisain proses dinamis
- Info dari tahap reaksi, pemisahan produk dan daur ulang sangat dibutuhkan untuk mendisain alat kontrol

## EVALUASI DAN PENGEMBANGAN PERANCANGAN PROSES

- Tujuan: peningkatan kinerja proses yang eksisting secara overall
- Ada dua metode:
  1. Intensifikasi proses
  2. Integrasi proses

# INTENSIFIKASI PROSES

Perkembangan teknik dan peralatan baru yang dapat mencapai perbaikan yang signifikan dalam produktivitas, efisiensi energi dan ramah lingkungan

Terbagi 2:

- Proses mengintensifkan peralatan → memperkecil ukuran dan biaya, juga resiko keselamatan pekerja dan ekologi (kasus B3 mis)
- Proses mengintensifkan metode

# INTEGRASI PROSES

Penghematan energi yang signifikan secara keseluruhan. Cth:

- Analisa pinch point → analisa panas dan konsumsi daya yang optimal
- Perancangan pemisahan energi yang terintegrasi
- Perancangan sistem pendingin (refrigerasi)
- Minimisasi air → merancang sistem untuk daur ulang air
- Minimisasi pelarut → merancang sistem untuk daur ulang pelarut