

# Ekologi Industri

**RIZKY MULIANI DWI UJIANI, S.Pi., M.Si**



# EKOLOGI

**OIKOS: RUMAH, LOGOS: DISKUSI TENTANG SESUATU**

**Ernest Haeckel (Ahli Biologi Jerman, 1869)**

**EKONOMI: OIKOS: RUMAH, NOMOS: PENGELOLAAN**

**EKOLOGI: ILMU YANG MEMPELAJARI HUBUNGAN  
TIMBAL BALIK ANTARA ORGANISME DAN  
LINGKUNGAN (Hayati, Fisik)**

**Sangat kompleks, melibatkan berbagai komponen  
lingkungan yang saling berinteraksi, tidak sesederhana  
yang dibayangkan**

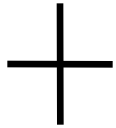
**UNTUK MENCAPAI KESEIMBANGAN**

# SPEKTRUM BIOLOGI

**Komponen  
biotik**



gene sel jaringan organ organisme populasi komunitas



**Komponen  
abiotik**



ENERGI

MATERI

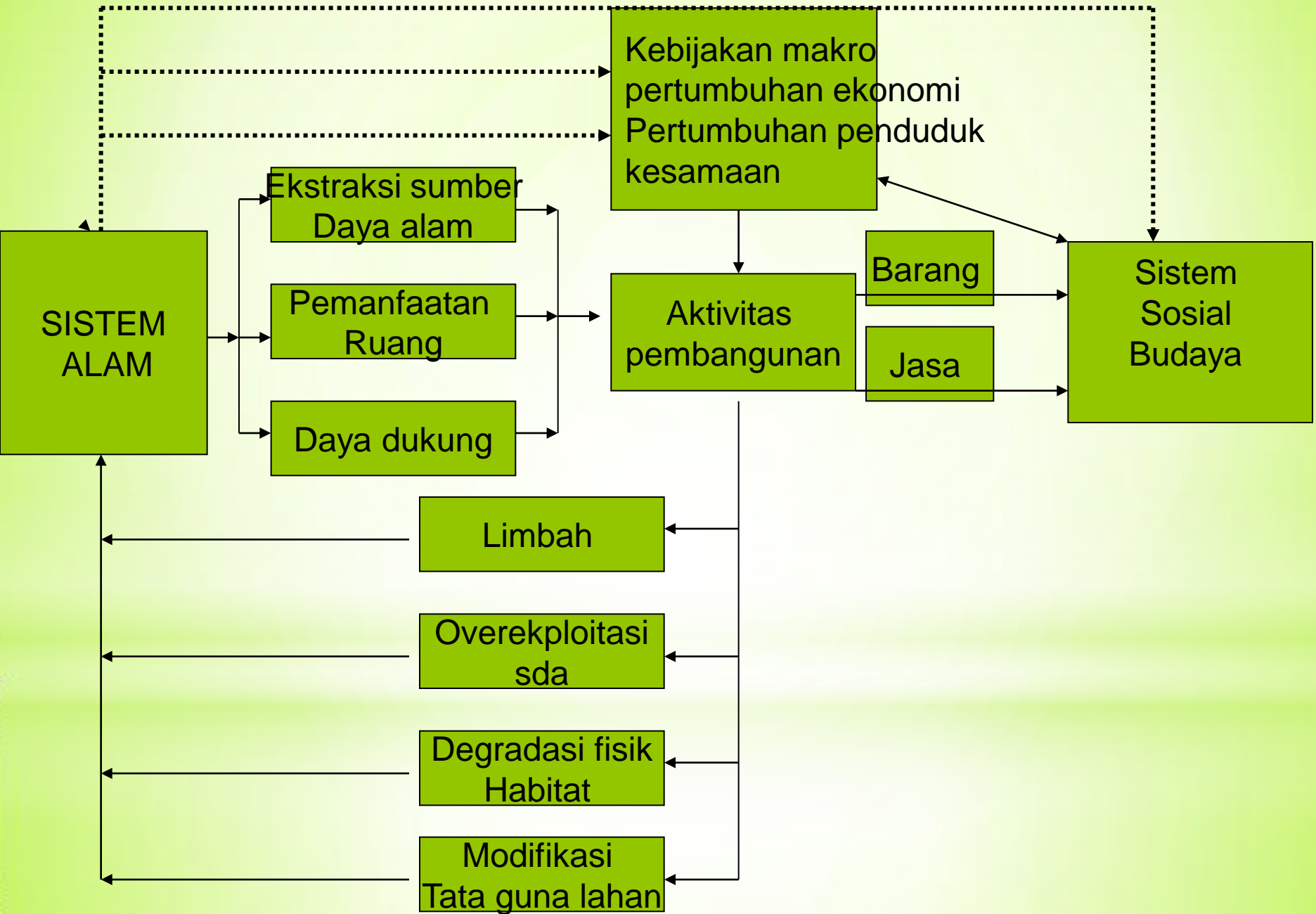
**Biosistem**



Sistem gene Sistem sel Sistem jaringan Sistem organ Sistem organisme Sistem populasi Sistem komunitas

**EKOLOGI**

### \* III. PEMBANGUNAN DALAM PERSPEKTIF EKOSISTEM






# IKHTISAR PARADIGMA PEMBANGUNAN DAN DAMPAK LINGKUNGAN

No	Periode	Paradigma pembangunan	Dampak lingkungan
1.	Pengumpulan dan perburuan	Sistem barter	Insignificant
2.	Pertanian menetap	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistem mata uang</li><li>• ekonomi klasik</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mulai muncul</li><li>• Bersifat lokal</li></ul>
3.	Revolusi industri sd 1970	<ul style="list-style-type: none"><li>• ekonomi neoklasik</li><li>• pencapaian 'econ growth'</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Significant</li><li>• Regional</li></ul>
4.	Bioteknologi & informasi 1972s.d 1986	<ul style="list-style-type: none"><li>• 'econ growth'</li><li>• Pembangunan berkelanjutan (retorika)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• sangat significant</li><li>• Global</li></ul>
5.	1986 s,d sekarang	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pemb.berk vs 'econ growth' seimbang</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Menuju PB</li></ul>

# \* PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN (Sustainable Development)

 Pembangunan pada dasarnya adalah pemanfaatan sumber daya alam dan jasa lingkungan (environmental services) melalui penerapan IPTEK untuk memenuhi atau meningkatkan kesejahteraan manusia.

# \* PRINSIP - PRINSIP PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

Terdapat 4 dimensi pembangunan

1. Dimensi Ekologis
2. Dimensi Ekonomis
3. Dimensi Sosial dan budaya

# 1. DIMENSI EKOLOGI

- \* Keharmonisan Spasial
- \* Kapasitas asimilasi
- \* Pemanfaatan berkelanjutan (secara lestari)
- \* “Design and Development / construction with nature”

# 2. DIMENSI EKONOMI

- \* Mengurangi kesenjangan antara kaya dan miskin
- \* Keuntungan dari pengelolaan SDA & LINGK diprioritaskan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat
- \* Menekan jumlah laju penduduk



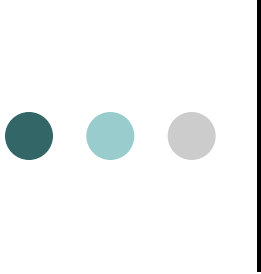
### 3. DIMENSI SOSIAL DAN BUDAYA

- \* Kondisi dan sistem politik yang demokratis
- \* Kondisi sosial dan budaya masyarakat yang dinamis
- \* Penerapan sistem peraturan dan perundang - undangan yang berwibawa dan konsisten
- \* Penanaman etika pembangunan yang berkelanjutan
- \* Sentuhan nilai - nilai keagamaan



# Latar Belakang EI

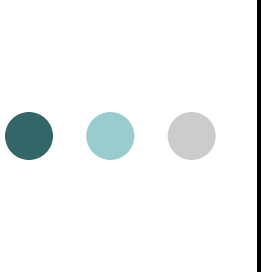
- Sebuah pendekatan analisis mengenai sistem tingkat tinggi untuk membingkai interaksi antara sistem industri dan sistem alam.
- Ekologi industri mempelajari interaksi fisika, kimia dan biologi dan hubungannya satu sama lain dalam kedua sistem atau masing-masing sistem industri dan ekologi.
- Fundamental Ekologi Industri → identifikasi dan pelacakan aliran material dan energi termasuk transformasi dan pembuangan dari sistem industri ke sistem alam; sehingga bisa diidentifikasi dampak negatifnya kepada lingkungan.



# Sejarah singkat

- 1960-70 → Jay Forrester, dunia merupakan sebuah sistem yang saling menjalin satu sama lain  $\leftrightarrow$  sebuah pendekatan dan metodologi baru interaksi industri dan lingkungan/alam.
- 1989 → Robert Ayres = konsep **metabolisme industri** (: cara penggunaan material dan energi oleh industri dan cara material-material tsb ditransformasikan dan dibuang sebagai limbah.

# dengan melacak aliran material dan energi dan menyusunnya dalam *mass balance*, maka dapat diidentifikasi inefisiensi produk dan proses, termasuk menentukan langkah untuk mereduksinya!



# Sejarah singkat

- 1989 → Robert Frosch and Nicholas Gallopoulos = mengembangkan konsep *industrial ecosystem* → **INDUSTRIAL ECOLOGY**.

# sistem industri ideal merupakan analogi dari sistem biologis!!

# limbah (waste) suatu sistem industri bisa menjadi sumber daya (resource) bagi industri lainnya!!



# Definisi...

## **EKOLOGI INDUSTRI ....?**

- Sebuah sistem tinjauan interaksi antara sistem industri dan biologi,
- Studi tentang aliran material dan energi beserta transformasinya,
- Sebuah pendekatan multidisipliner,
- Sebuah perubahan dari proses linear (terbuka) menjadi proses siklik (tertutup), sehingga limbah suatu industri bisa mennjadi sumberdaya/input industri lainnya.
- Sebuah upaya mereduksi dampak lingkungan sistem industri pada sistem ekologi,
- Suatu idea untuk membuat sistem industri menjadi lebih efisien dan berkelanjutan bagi sistem alam.



# Tujuan **EKOLOGI INDUSTRI**

- Meningkatkan pembangunan berkelanjutan (sustainable development) pada level global, regional maupun lokal.

# pembangunan berkelanjutan (UNEP) :

“ ... memenuhi kebutuhan generasi saat ini  
tanpa mengorbankan generasi masa depan...”

Oleh karenanya prinsip Ekologi Industri berhubungan erat dengan pembangunan berkelanjutan dalam bentuk penggunaan sumber daya alam, menjaga hubungan kesehatan manusia dan ekologi, dan peningkatan kesetaraan lingkungan.



# Tujuan **EKOLOGI INDUSTRI**

- Penggunaan SDA yang berkelanjutan
  - EI harus mendorong penggunaan yg berkelanjutan dari SDA, khususnya SDA yg terbarukan dan meminimalisir SDA non terbarukan.
  - Aktivitas industri sangat bergantung pada suplai yang berkesinambungan SDA, krn nya perlu efisiensi proses produksi agar pengurangan dan degradasi SDA non-terbarukan dapat diminimalisasi.
- Ekologi dan kesehatan masyarakat
  - Manusia adalah salah satu komponen jaring ekologi.
  - Karena kesehatan masyarakat sangat bergantung pada kesehatan komponen lainnya dalam ekosistem, maka struktur dan fungsi ekosistem harus menjadi fokus EI.



# Tujuan **EKOLOGI INDUSTRI**

- Kesetaraan lingkungan
  - Tantangan pembangunan berkelanjutan adalah pencapaian kesetaraan antar-generasi sebagaimana antar masyarakat.
  - Pengurangan SDA dan degradasi ekologi alam dapat membahayakan kemampuan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhan hidupnya.





# Konsep kunci **EKOLOGI INDUSTRI**

- **Analisa sistem (system analysis)**
- **Transformasi dan aliran material dan energi**
- **Pendekatan multidisipliner**
- **Analogi pada sistem alam**
- **Sistem linear (terbuka) vs sistem siklik (tertutup)**



Konsep kunci EI..

## (1) **Analisa sistem (system analysis)**

Organisasi industri	Sistem industri	Sistem ekologi
ISO Asosiasi dagang	Aliran manusia, material dan energi global	Ecosphere-Biosphere
Asosiasi dagang	Sektor usaha	Biogeographical region
Divisi Perusahaan	Korporasi/institusi	Biome landscape
Tim pengembangan produk	Sistem produksi	Ecosystem
Individu	Tahap life cycle	Organisme



Konsep kunci EI..

## **(2) Transformasi dan aliran material dan energi**

- Salah satu strategi EI adalah mengurangi jumlah limbah material atau energi yang dihasilkan atau disisakan oleh sebuah sistem energi, yg pada gilirannya akan berdampak pada ekologi.

## Sumber daya yang digunakan dalam industri otomotif.

**TABLE 4: RESOURCES USED IN AUTOMOBILE MANUFACTURING**

Plastics Used in Cars, Vans, and Small Trucks— Millions of Pounds (1989)				Other Resources—as percentage of total U.S. consumption (1988)	
Material	U.S. Auto	All U.S.	Percent of Total	Material	Percent of Total
Nylon	141	595	23.7	Lead	67.3
Polyacetal	25	141	17.7	Alloy Steel	10.7
ABS	197	1,243	15.8	Stainless Steel	12.3
Polyurethane	509	3,245	15.7	Total Steel	12.2
Unsat PE	192	1,325	14.5	Aluminum	18.3
Polycarbonate	50	622	8.0	Copper and Copper Alloys	10.2
Acrylic	31	739	4.2	Malleable Iron	63.8
Polypropylene	298	7,246	4.1	Platinum	39.1
PVC	187	8,307	2.3	Natural Rubber	76.6
TP PE	46	2,101	2.2	Synthetic Rubber	50.1
Polyethylene	130	18,751	0.7	Zinc	23.0
Phenolic	19	3,162	0.6		

Source: Draft Report, *Design and the Environment—The U.S. Automobile*.  
The authors obtained this information from the Motor Vehicle Manufacturers Association *1990 Annual Data Book*.



Konsep kunci EI..

### **(3) Pendekatan multidisipliner**

- EI berbasiskan pendekatan paripurna, yang perlu masukan dan partisipasi dari berbagai disiplin ilmu.
- Saat ini, masih berat dan berada pada sisi ke-teknik-an..  
..solusi ke-teknik-an pada permasalahan lingkungan..!

# Masih diperdebatkan bagaimana menyeimbangkan kebutuhan perubahan teknologi dengan perilaku pengguna.

Konsep kunci EI..

## (4) **Analogi pada sistem alam**

- Dengan tujuan → men-stimulasi sistem industri agar bisa men-share sebagian karakteristik sistem ekologi.
- Contoh: Kalundborg industrial park Denmark
  - EBM
  - ecocement



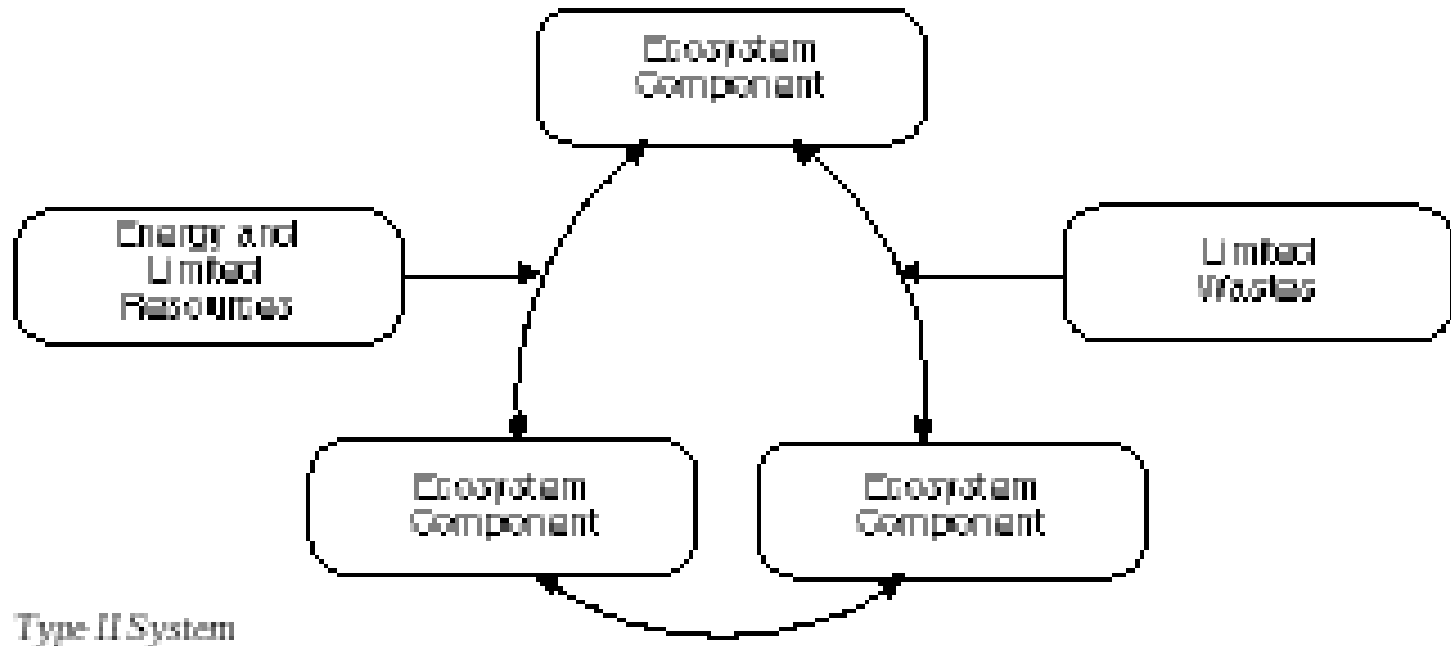
Konsep kunci EI..

## (5) **Sistem linear (terbuka) vs sistem siklik (tertutup)**

- Evolusi sistem industri dari sistem terbuka menjadi sistem tertutup.

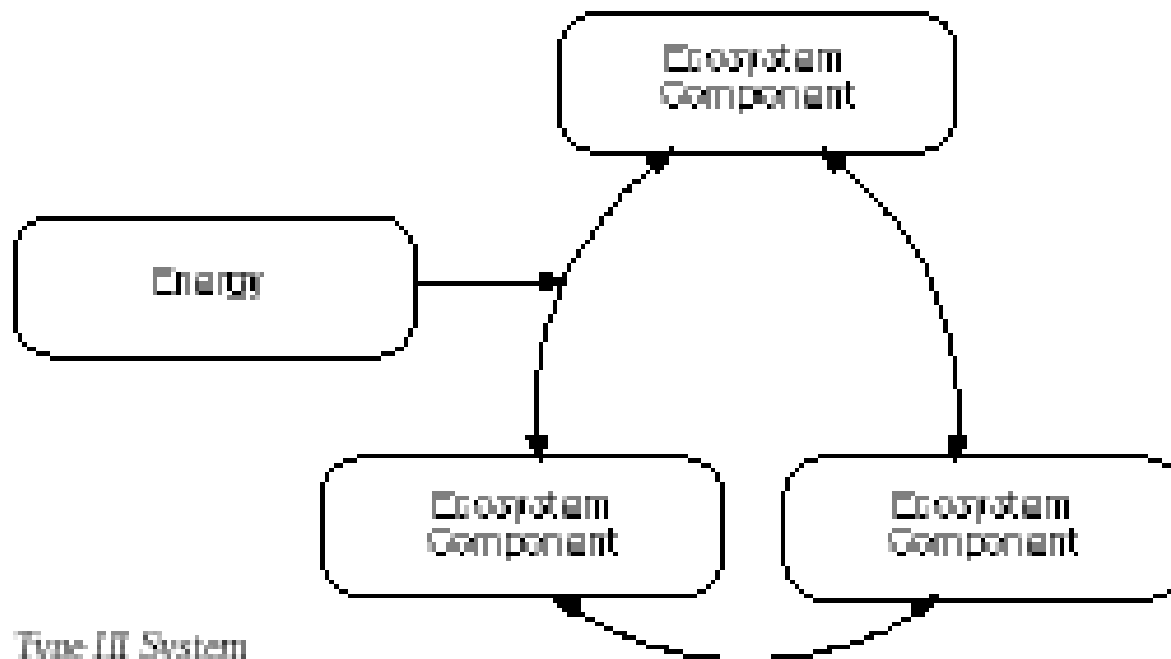


Diagram alir sebuah sistem terbuka.



Contoh sistem tertutup. Material dan energi digunakan dan di-daurlang pada sebuah sistem produksi yg tertutup.





Contoh dari sebuah sistem ekologi.