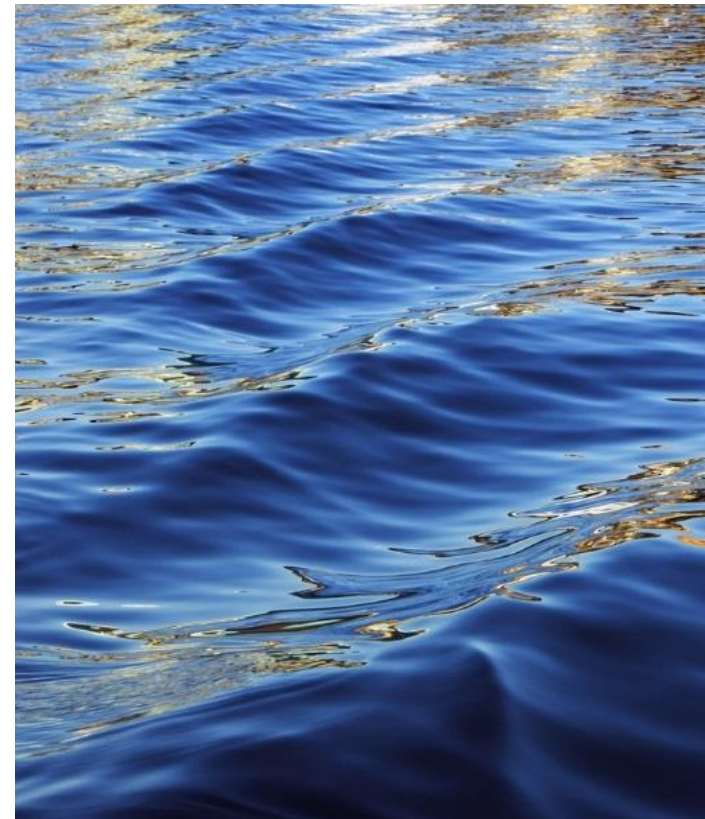




# PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN

PERTEMUAN 05: Jejak Ekologis 1



# PENGERTIAN dan DEFINISI JEJAK EKOLOGIS

Wackernagel dan Rees (1992) mendefinisikan Jejak Ekologis atau *Appropriated Carrying Capacity* suatu wilayah sebagai luas lahan dan air dalam berbagai katagori yang diperlukan secara eksklusif oleh penduduk di dalam wilayah tersebut, untuk menyediakan secara kontinyu seluruh sumberdaya yang dikonsumsi saat ini serta menyediakan kemampuan secara kontinyu dalam menyerap seluruh limbah yang dihasilkan.



# CONT...

Menurut Wackernagel dan Rees, 1992 bahwa lahan tersebut saat ini berada di muka bumi, walaupun sebagian dapat dipinjam dari masa lalu (misalnya : energi fosil) dan sebagian lagi dialokasikan pada masa yang akan datang (yakni dalam bentuk kontaminasi, pohon yang pertumbuhannya terganggu karena peningkatan radiasi ultra violet, dan degradasi lahan.



# CONT...

Sejalan dengan pendapat tersebut, Galli, et al; (2012) menyatakan bahwa jejak ekologis dan biokapasitas adalah nilai-nilai yang dinyatakan dalam satuan yang saling terpisah dari suatu daerah yang diperlukan untuk menyediakan (atau regenerasi) layanan ekosistem setiap tahun seperti :

1. Lahan pertanian untuk penyediaan makanan nabati dan produk serat.
2. Tanah penggembalaan dan lahan pertanian untuk produk hewan.
3. Lahan perikanan (laut dan darat).
4. Hutan untuk kayu dan hasil hutan lainnya.
5. Tanah serapan untuk mengakomodasi penyerapan karbon dioksida antropogenik (jejak karbon).
6. Wilayah terbangun (built-up area) untuk tempat tinggal dan infrastruktur lainnya.



# CONT...

Sesuai definisi tersebut, Wada (1993) merumuskan jejak ekologis/appropriated carrying capacity dari kegiatan pertanian (hidroponik di rumah kaca dibandingkan dengan mekanisasi pertanian konvensional) sebagai berikut: “Luas lahan pertanian dan ekivalen lahan dari input pertanian lainnya (seperti energi dan material) yang dibutuhkan untuk memproduksi unit tanaman tertentu per tahun, menggunakan teknologi pertanian tertentu.”



# PERHITUNGAN JEJAK EKOLOGIS

Menurut Kajian Jejak Ekologis di Indonesia (2010), perhitungan jejak ekologis didasarkan pada asumsi sebagai berikut.

- ✚ Memungkinkan untuk merunut seluruh sumber daya yang dikonsumsi dan limbah yang dihasilkan.
- ✚ Sebagian besar arus sumber daya dan limbah dapat diukur dari segi wilayah produktif biologisnya yang diperlukan untuk mempertahankan arus sumberdaya (flow). Sumberdaya dan arus limbah yang tidak dapat diukur dikecualikan dari penilaian.
- ✚ Dengan membobot bioproduktivitas setiap daerah secara proporsional, berbagai jenis daerah dapat dikonversi ke dalam unit umum hektar global (gha) yaitu hektar dengan rata-rata bioproduktivitas dunia.



# CONT...

- ✚ Luasan bioproduktif yang berbeda dapat dikonversi menjadi satu ukuran tunggal, yaitu hektar global (gha). Setiap hektar global pada satu tahun mencerminkan bioproduktif yang sama dan dapat dijumlahkan untuk memperoleh suatu agregat indikator jejak ekologis atau biokapasitas.
- ✚ Permintaan manusia terhadap sumberdaya alam yang dinyatakan sebagai Jejak Ekologis, bisa langsung dibandingkan dengan pasokan alam dan biokapasitasnya (biocapacity/supply), ketika keduanya dinyatakan dalam satuan hektar global (gha).
- ✚ Luas wilayah yang dibutuhkan (human demand) dapat melebihi wilayah pasokannya (nature's supply), jika permintaan terhadap suatu ekosistem melebihi kapasitas regeneratif ekosistem tersebut (misalnya, masyarakat menuntut biokapasitas yang lebih besar terhadap areal hutan, atau perikanan).



# CONT...

Jejak ekologis menunjukkan daerah dengan air dan lahan produktif yang diperlukan untuk memproduksi sumber daya yang dikonsumsi, dan menjerap limbah yang dihasilkan, pada populasi tertentu, menggunakan teknologi yang tersedia. Luasan jejak tergantung dari besaran populasi, standar kehidupan, teknologi yang dipakai, serta produktivitas lingkungan.

Untuk kebanyakan negara industri, jejak ekologis nasional melebihi apa yang disediakan secara lokal. Artinya mereka mengalami “defisit lingkungan”. Namun, jejak ekologis tidak akan sama besarnya dan oleh karenanya daya dukung secara global yang cocok untuk negara industri maju, belum tentu pas bagi negara lain (Wackernagel, 1999). Jadi, bagi setiap orang yang mengkonsumsi 3 kali lipat dari jumlah yang tersedia, maka terdapat 3 orang lainnya yang hanya menggunakan sepertiga dari rata-rata konsumsi mereka.





# CONT...

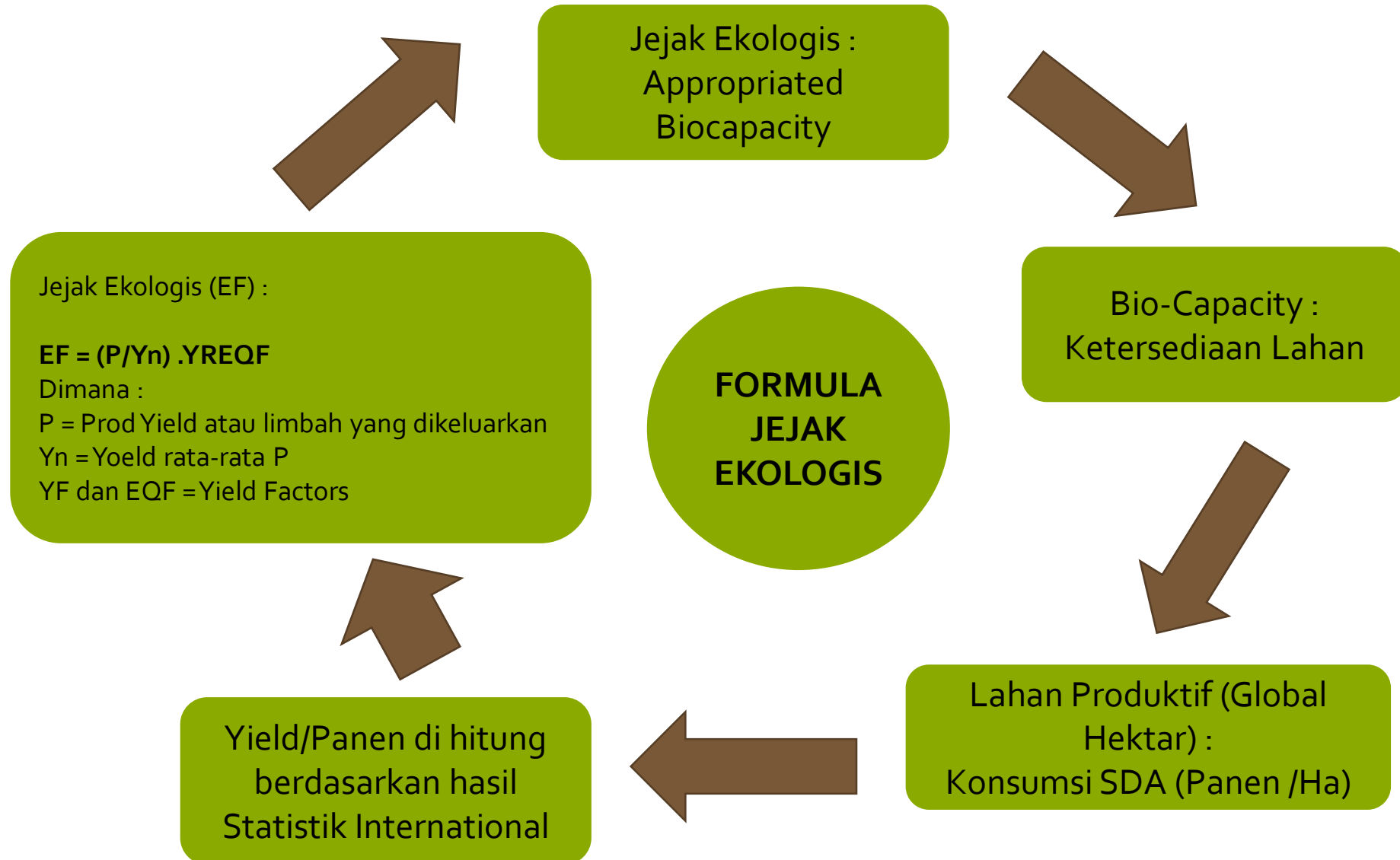
Dasar perhitungan jejak ekologis adalah menggunakan lahan atau laut yang secara biologis produktif, yang diperlukan untuk menopang kehidupan sejumlah populasi tertentu. Namun pada kenyataannya, kondisi populasi manusia dan sumber daya alam tidaklah konstan, dan perhitungan lahan produktif cukup sulit karena harus membuat penilaian terhadap tingkat produktivitasnya. Selanjutnya, penggunaan teknologi secara signifikan dapat meningkatkan produktivitas lahan, sebaliknya aktivitas manusia dan teknologi juga dapat memberikan dampak negatif terhadap produktivitas lahan.

Formula Jejak Ekologis dapat dilihat pada Gambar.



CONT...

Formula Jejak Ekologis  
(Rees & Wackernagel, 1996)



# CONT...

Ide analisis jejak ekologis adalah bahwa manusia mengkonsumsi berbagai produk, sumber daya dan pelayanan untuk bertahan hidup, sehingga jumlah konsumsi setiap materinya dapat dirunut ke belakang sebagai lahan ekologis produktif yang menyediakan substansi primer dan energi. Dengan teknologi yang digunakan, secara ekologis lahan produktif wilayah yang mempertahankan populasi tertentu di bawah gaya hidup tertentu disebut sebagai jejak ekologis permintaan (EF demand).

Jejak ekologis pasokan (juga dinamakan sebagai daya dukung ekologis) adalah ekologis luas lahan produktif yang tersedia. Jika JE permintaan kurang dari JE pasokan, itu berarti bahwa pola pembangunan ekonomi dan sosial berkelanjutan, sebaliknya, jika JE permintaan lebih besar dari JE penyediaan, pola pembangunan menjadi tidak berkelanjutan



# CONT...

Dari sudut pandang ini sebuah zona ekologi industri dapat didefinisikan sebagai zona di mana jejak ekologis lebih kecil dari pada zona yang lain dengan fungsi perindustrian normal dan kualitas hidup yang baik bagi warganya.

Menurut (Shen, 2001), perhitungan dan analisis jejak ekologis zona industri dapat digunakan untuk menilai tingkat tekanan terhadap ekosistem alam akibat aktivitas manusia di zona industri tersebut.



# CONT...

## A. Jejak ekologis Permintaan (EF Demand)

Perhitungan jejak ekologis didasarkan pada dua hipotesis :

1. diketahuinya jumlah sumber daya yang dikonsumsi dan limbah yang dihasilkan
2. sumber daya yang dikonsumsi dan limbah yang dihasilkan dapat dikonversi menjadi lahan produktif secara ekologis. Oleh karena itu, Jejak ekologis dari zona industri, kota, orang atau bangsa adalah luas lahan yang menyediakan berbagai sumber yang memberikan dukungan kehidupan dan menyerap limbah manusia.

Rumus perhitungan JE demand

$$EF = N \cdot ef = N \cdot r_j \cdot \sum(AAI) = N \cdot R \cdot \sum \frac{ci}{pi}$$

EF = jejak ekologis total

N = populasi

Ef = jejak ekologis per kapita

ci = konsumsi quantity per kapita untuk i produk

pi = produktivitas rata-rata untuk i produk

AAI = luas tanah bio-fisik per kapita untuk i produk

rj = faktor setara.

*Karena produktivitas lahan yang subur, energi fosil, padang rumput dan hutan berbeda secara signifikan, diperlukan untuk memperbanyak faktor kesetaraan (berat) dengan luas lahan bio-produktif untuk mengubahnya menjadi lahan seragam dan sebanding bio-produktif.*

J = jenis ekologis lahan produktif.



CONT...

Perhitungan EF,  
terdapat 6 jenis  
lahan produktif  
secara ekologis :

Lahan Pertanian

Padang Rumput

Hutan

Lahan Energi Fosil

Area Terbangun

Laut



# The Ecological Footprint

## MEASURES

how fast we consume resources and generate waste



Sumber: <https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>



# CONT...

## B. Jejak ekologis Pasokan (EF Supply)

Ketika menghitung pasokan jejak ekologis (ecological carrying capacity), karena berbagai negara atau wilayah dengan berbagai situasi sumber daya, tidak hanya produktivitas berbagai jenis lahan berbeda, akan tetapi produktivitas dari jenis lahan yang sama juga dapat berbeda.

Dalam rangka untuk mencerminkan karakter ini, faktor hasil panen (yield) disertakan untuk mewakili produktivitas lahan yang berbeda-beda dari berbagai negara atau wilayah. Faktor hasil (yield) didefinisikan sebagai rasio dari produktivitas lahan suatu negara atau wilayah dengan produktivitas rata-rata global dari jenis lahan yang sama. Sebagai contoh, faktor hasil kesuburan tanah adalah 1,66 yang berarti bahwa produksi per hektar lahan ini sebanyak 1,66 rata-rata dunia. Daya dukung ekologis dapat dihitung dengan mengalikan luas dari setiap jenis tanah dengan kesetaraan yang relevan dan hasil faktor.

Rumus perhitungan pasokan EF adalah sebagai berikut :

$$EC = Nec = N \sum a_j \cdot r_j \cdot y_j \quad (y = 1, 2, 3, \dots, 6)$$

- EC = kapasitas tercatat ekologis untuk zona industri,
- N = populasi,
- Ec = daya dukung ekologis per kapita,
- a<sub>j</sub> = kawasan bio-produktif;
- r<sub>j</sub> = faktor kesetaraan,
- y<sub>j</sub> = faktor yield (**YJ = YI<sub>j</sub> / Yw<sub>j</sub>**)
- Y<sub>j</sub> = produktivitas rata-rata suatu negara atau wilayah,
- Yw<sub>j</sub> = produktivitas rata-rata global jenis j tanah.





# CONT...

## C. Perkembangan dan Penggunaan Jejak Ekologis

Jika daya dukung lingkungan yang 'tradisional' didefinisikan sebagai jumlah maksimum populasi yang mampu didukung oleh sebuah habitat, maka Wackernagel (1996) mendefinisikan kembali daya dukung lingkungan dalam arti 'beban' (*load*) maksimum yang dapat secara aman didukung oleh lingkungan, karena manusia berbeda dengan spesies lain yakni mampu melakukan aktivitas industrial.

Oleh karenanya, daya dukung manusia didefinisikan sebagai rerata maksimum dari hasil sumberdaya serta limbah yang dihasilkanyang mampu didukung secara permanen, tanpa mengganggu produktivitas maupun fungsi ekosistem tertentu. 'Beban' maksimum yang diakibatkan oleh aktivitas manusia merupakan suatu 'fungsi' dari (tidak hanya) populasi akan tetapi juga konsumsi per kapita, dimana konsumsi per kapita tersebut terus meningkat jauh lebih cepat dari pada jumlah populasi, akibat perkembangan teknologi dan perdagangan yang semakin moderen. Sebagai akibatnya, tekanan 'beban' terhadap daya dukung lingkungan menjadi jauh lebih besar dibandingkan dengan 'beban' akibat peningkatan populasi semata.



# CONT...

Pada dasarnya jejak ekologis menghitung penggunaan sumber daya terbarukan di planet bumi. Sumber daya tidak terbarukan hanya dicatat yang berkaitan dengan dampaknya terhadap kapasitas bioproduktif. Jejak ekologis mengkuantifikasi berapa banyak energi dan bahan baku yang digunakan, dan berapa banyak limbah padat, cair dan gas yang dihasilkan, dan kemudian mengubahnya ke ukuran luas tanah, gha (hektar global), yang diperlukan untuk memproduksi semua sumber daya tersebut dan menyerap semua limbah yang dihasilkan.

Menurut Ecological footprint of Indonesia (2010), biokapasitas adalah kapasitas ekosistem untuk menghasilkan material-material biologi yang berguna dan kapasitas untuk menyerap material buangan (limbah) yang dihasilkan oleh kegiatan manusia dengan menggunakan cara pengelolaan dan teknologi yang dikuasai saat ini. Seperti halnya dengan Jejak ekologis, maka biocapacity disajikan dalam kedua ukuran (ha) atau global hektar (gha).

Enam penggunaan

lahan biasanya termasuk kategori dalam perhitungan Jejak ekologis dan biocapacity, yakni lahan pertanian, padang rumput, hutan, lahan energi , lahan terbangun dan lahan tambak/fishing ground.



# CONT...

Menurut ketentuan dari GFN-USA dalam Guidebook to the National Footprint Accounts 2008, lahan penyerap karbon dianggap tidak memiliki nilai biokapasitas (nol), berdasarkan asumsi bahwa seluruh penyerapan karbon dilakukan oleh lahan hutan, sehingga nilai biokapasitas lahan penyerap karbon adalah 0 (nol) atau merupakan obyek dari biokapasitas lahan hutan. Biokapasitas (BK) untuk semua kategori lahan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$BK = A \times YF \times EqF$$

BK = Biokapasitas/biocapacity (BC)

A = Luas lahan dari setiap kategori lahan

YF = Yield Faktor (faktor panen)

EqF = Equivalence Factor (faktor ekivalensi untuk kategori lahan dimaksud)

Guna perhitungan Jejak ekologis, digunakan data faktor panen dari GFN, tetapi Indonesia tidak termasuk di dalamnya, sehingga dipilih negara yang kondisi iklim dan lahannya mirip dengan kondisi di Indonesia.



# CONT...

Tabel Faktor Panen (*Yield Factor*) Beberapa Negara

Yield	Cropland	Forest	Grazing Land	Fishing Grounds
World Average	1.0	1.0	1.0	1.0
Algeria	0.3	0.4	0.7	0.9
Germany	2.2	4.1	2.2	3.0
Hungary	1.1	2.6	1.9	0.0
Japan	1.3	1.4	2.2	0.8
Jordan	1.1	1.5	0.4	0.7
New Zealand	0.7	2.0	2.5	1.0
Zambia	0.2	0.2	1.5	0.0

Sumber : Ecological Footprint Atlas, 2010



# CONT...

Nilai jejak ekologis yang lebih besar dibandingkan dengan nilai biokapasitasnya menunjukkan bahwa aktivitas di wilayah tersebut telah menggunakan sumberdaya alam yang lebih besar daripada kapasitas alam untuk menyediakannya.

Defisit ekologis dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$DE = JE \text{ total} - BK \text{ total}$$

DE	= defisit ekologis
JE total	= Jejak ekologis total
BK total	= Biokapasitas total

Tingkat defisit ekologis dapat diinterpretasikan menggunakan acuan yang bersumber dari studi yang dilakukan oleh Cina Council for International Cooperation on Environment and Development-World Wide Fund for Nature (CCICED-WWF) tahun 2006 (Tabel di slide selanjutnya)



CONT...

## Tabel Nilai Sisa dan Defisit Ekologis

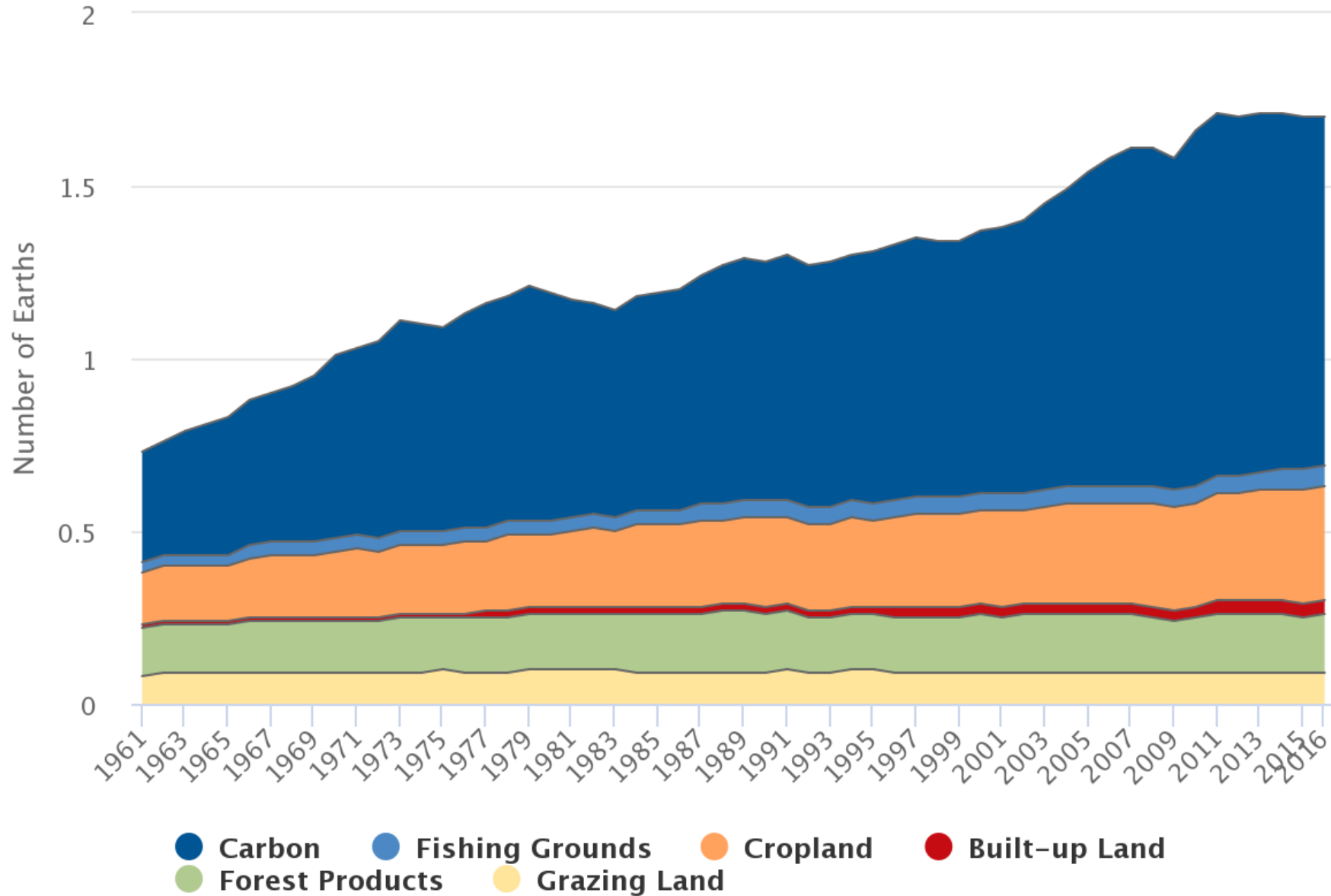
Deficit Region	Reserved or Balanced Regions
Very severe deficit ( $ED > 2,0$ )	Balanced regions ( $-0,1 < ED < 0,1$ )
Severe deficit ( $1,0 < ED < 2,0$ )	
Moderate deficit ( $0,5 < ED < 1,0$ )	Reserved regions ( $ED < -0,1$ )
Minor deficit ( $0,1 < ED < 0,05$ )	

Sumber : CCICED-WWF, 2006.



CONT...

# ° World Ecological Footprint by Land Type



# Latihan: Menghitung Jejak Ekologis kita



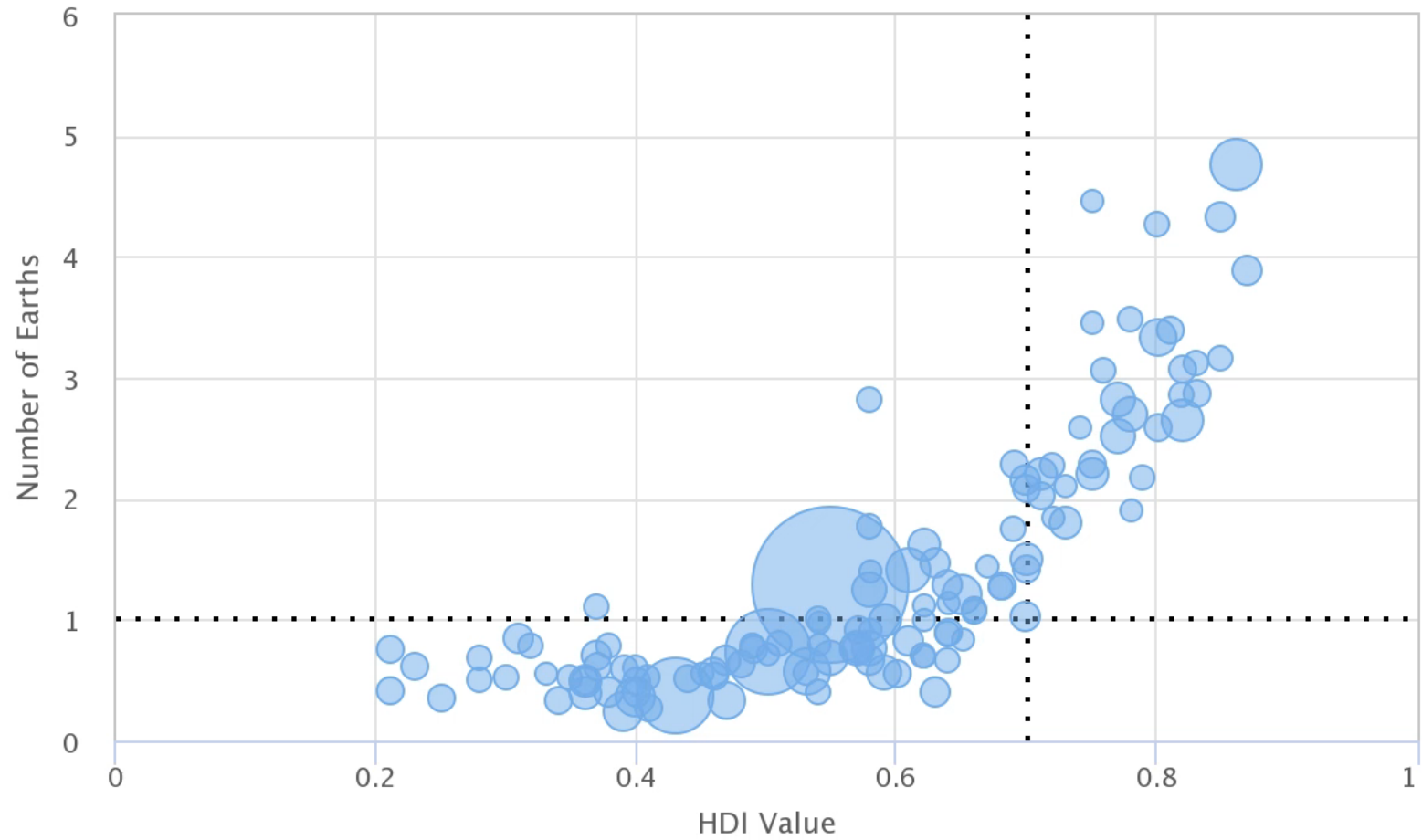
<https://www.footprintcalculator.org>





# CONT...

## Human Development Index and Ecological Footprint (1990)



Global Footprint Network, 2019 National Footprint Accounts



# Tugas

Lihat file "RTM-CPS201-Tugas 1 (b)"



Terima kasih

