

PTI 4208. Pertanian Berlanjut

Bab 5

ANALISIS SPASIAL

**Aplikasi Penginderaan Jauh & SIG untuk
Mendukung Manajemen Landsekap Pertanian
yang berkelanjutan**

Oleh: Didik Suprayogo, Sudarto,
Kurniatun Hairiah (Cho)

- Sumber: Sonya Dewi, Pornwilai Saipothong, David Thomas;

Sustainable Agriculture is Multifunctional



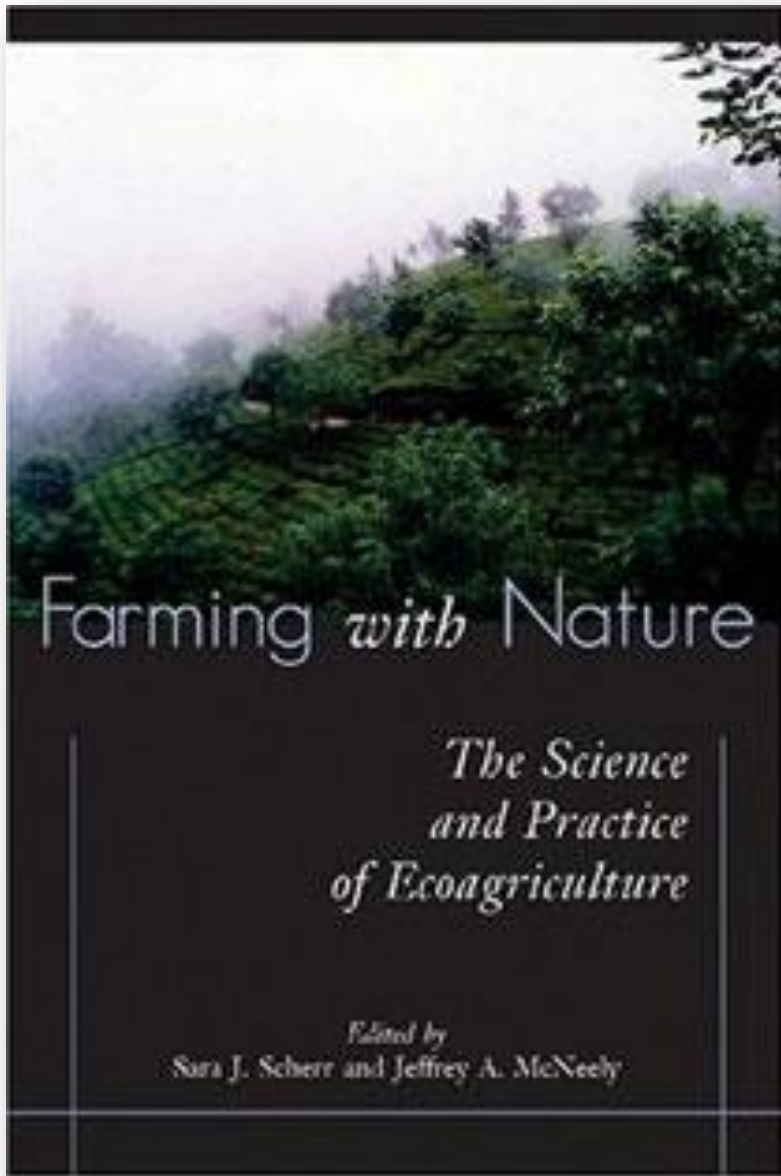
Obyektif



Pemanfaatan Teknologi GIS untuk mendukung Pertanian Berkelanjutan

Aplikasi *GIS*(*Geographic Information Systems*) dan *RS* (*Remote Sensing*) sebagai ALAT BANTU dalam:

1. Mengambil keputusan untuk pengelolaan lanskap terkait dengan konservasi sumber Air, Biodiversitas dan Cadangan karbon
2. Menentukan titik-titik pengambilan contoh
3. Sarana negosiasi untuk penyelesaian konflik sosial



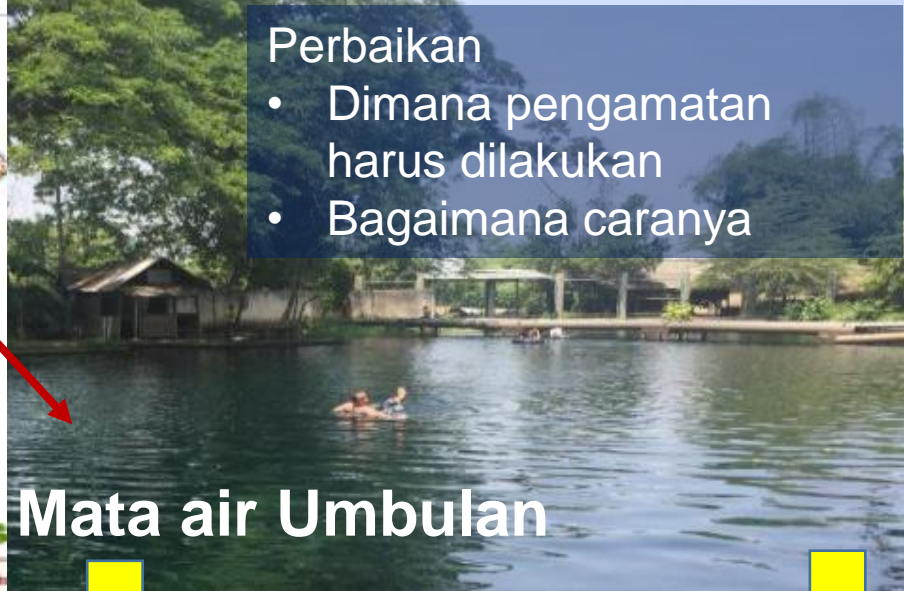
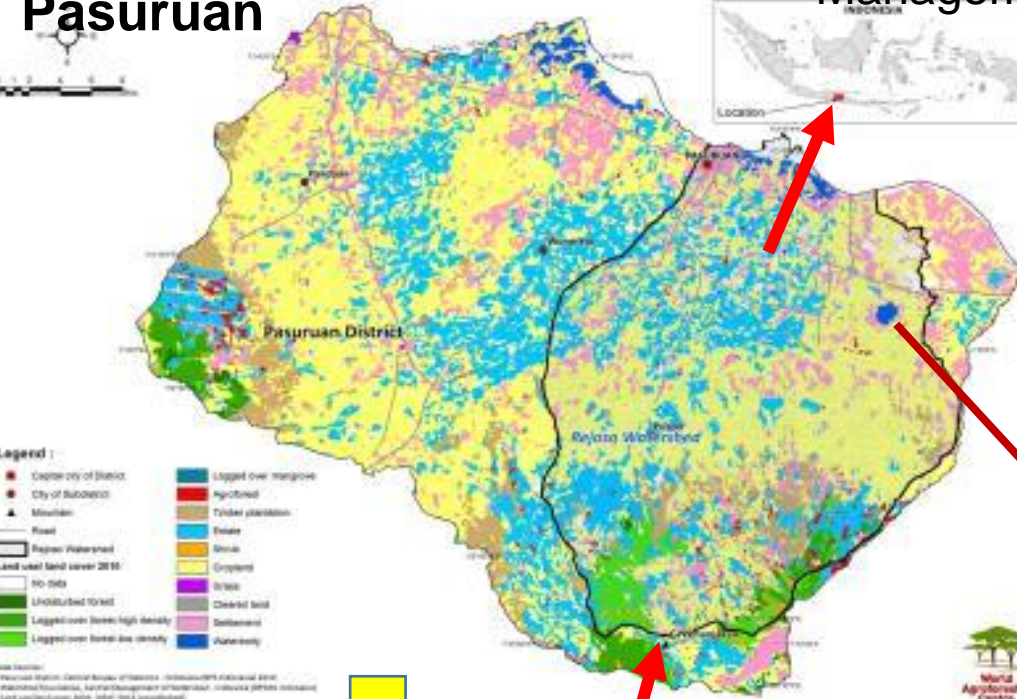
Bahan bacaan

1. Farming with Nature (Scherr S J and McNeely J A , 2007).
Chapter 14. Remote sensing. P 250-264 (Aaron Dushku, Sandra Brown, Tim Pearson, David Shoch, and Bill Howley)
2. GIS Application in Agriculture (eds: Pierce F J and Clay D, 2007). Chapter 1. Application of GIS to Integrated pest management on U.S. Fish and wildlife service land (Seelig B and Alfonzo J, 2007).

Contoh: Masalah di DAS Rejoso Pasuruan

Mata air Umbulan

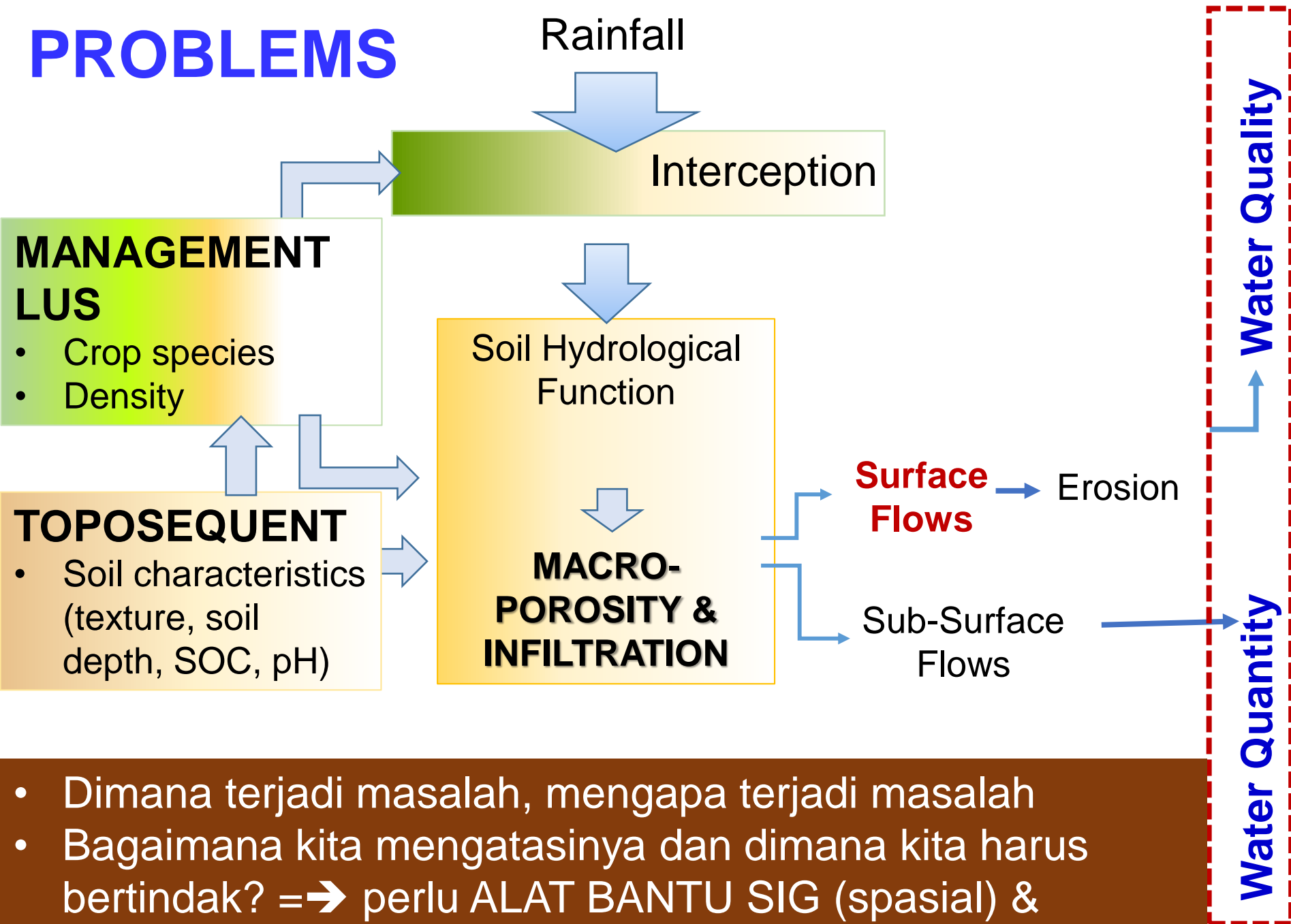
- Kebutuhan air di Pasuruan, Sidoarjo & Surabaya
- Manajemen lahan kurang tepat → Terancam



Mata air Umbulan

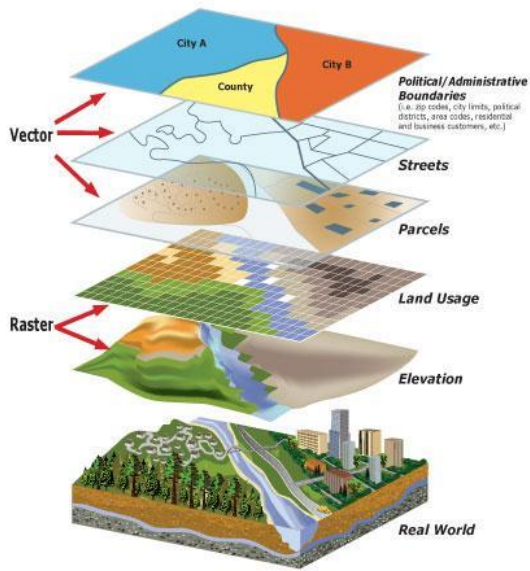


PROBLEMS



- Dimana terjadi masalah, mengapa terjadi masalah
- Bagaimana kita mengatasinya dan dimana kita harus bertindak? => perlu ALAT BANTU SIG (spasial) & MODEL simulasi (Multiyears, berbagai scenario)

→ Perhatikan isi film selama tutorial



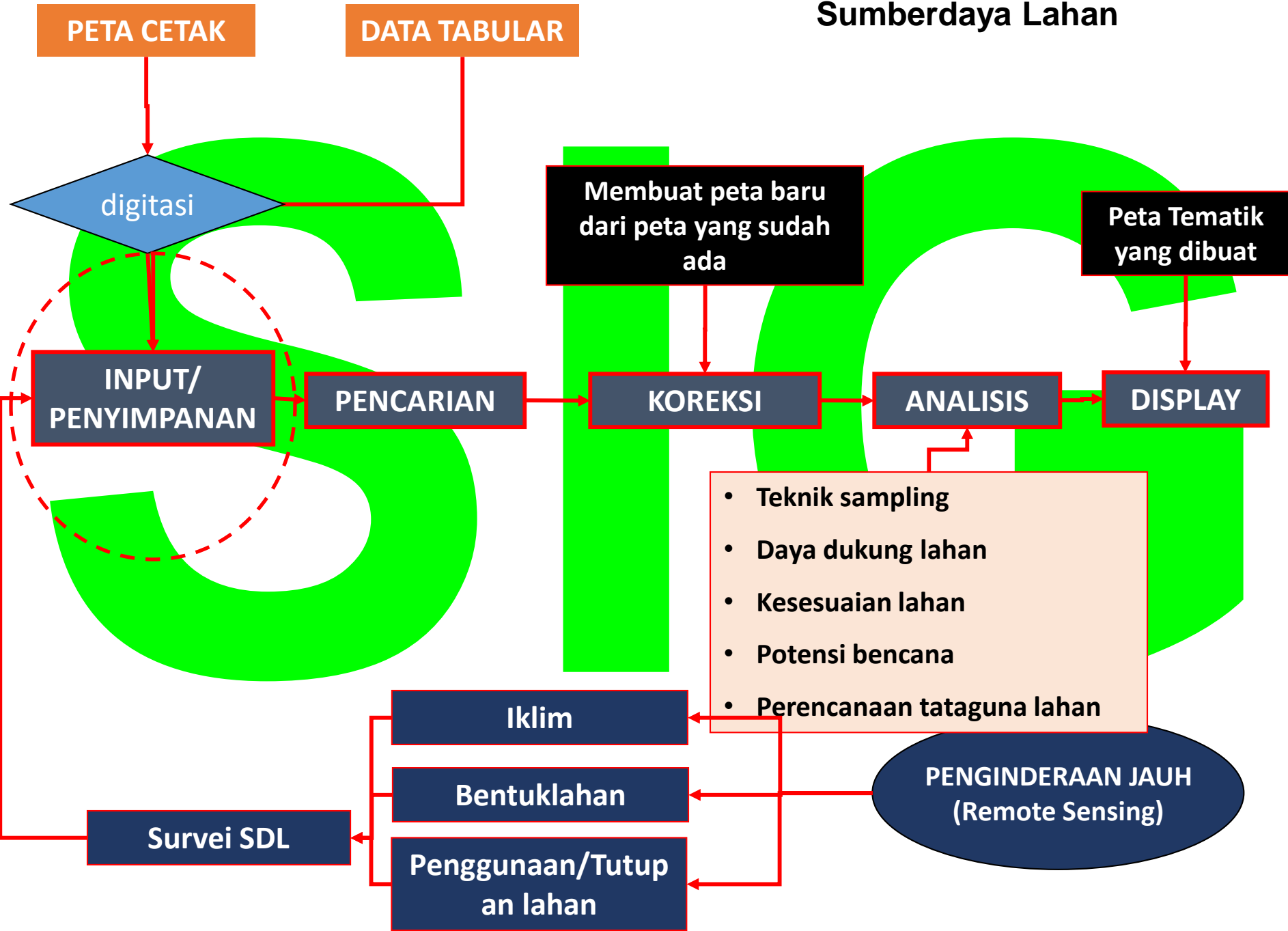
WHAT IS A GIS?

GIS (Geographical Information System)

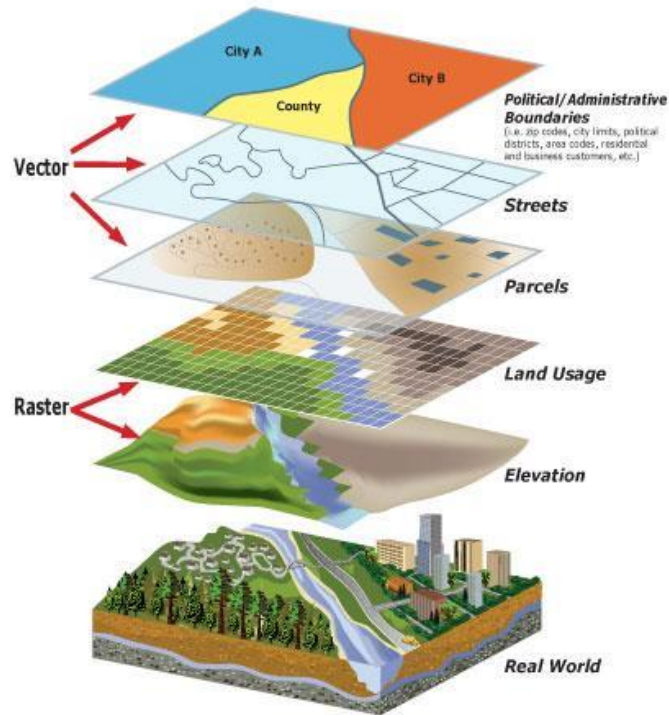
A geographic information system (GIS) is a computer-based system for the storage, retrieval, modification, analysis, and display of geographic data

- Computer-based system refers to the hardware, software, and procedures necessary to operate the GIS
- Geographic data are data which vary over geographic space
- Storage, retrieval, manipulation, analysis, and display are the “tools” provided by GIS software for processing geographic data
- This is a general definition of the term compiled from several definitions

Posisi GIS DAN RS dalam Pemetaan Sumberdaya Lahan



What's for?

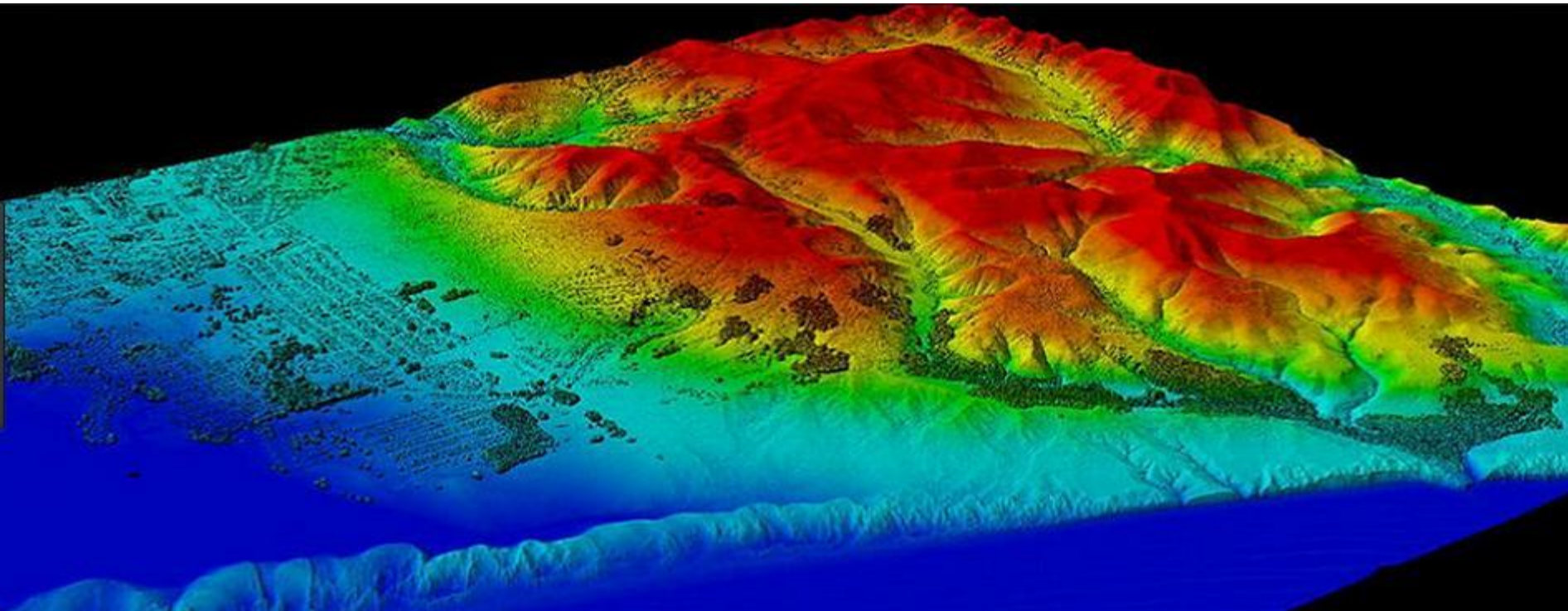


1. Data acquisition: collecting, compiling, updating
2. Relational database with search engine: overlaying, selecting, zoning
3. Research tool: classifying, stratifying, designing sampling, extrapolating, integrating, studying interaction, scaling up and down
4. Analytical tool: studying pattern from process, and pattern to process, spatial econometrics
5. Management tool: monitoring, planning, inventory
6. Communication tool
7. Esthetics 😊

Bab 5. Analisis Spasial

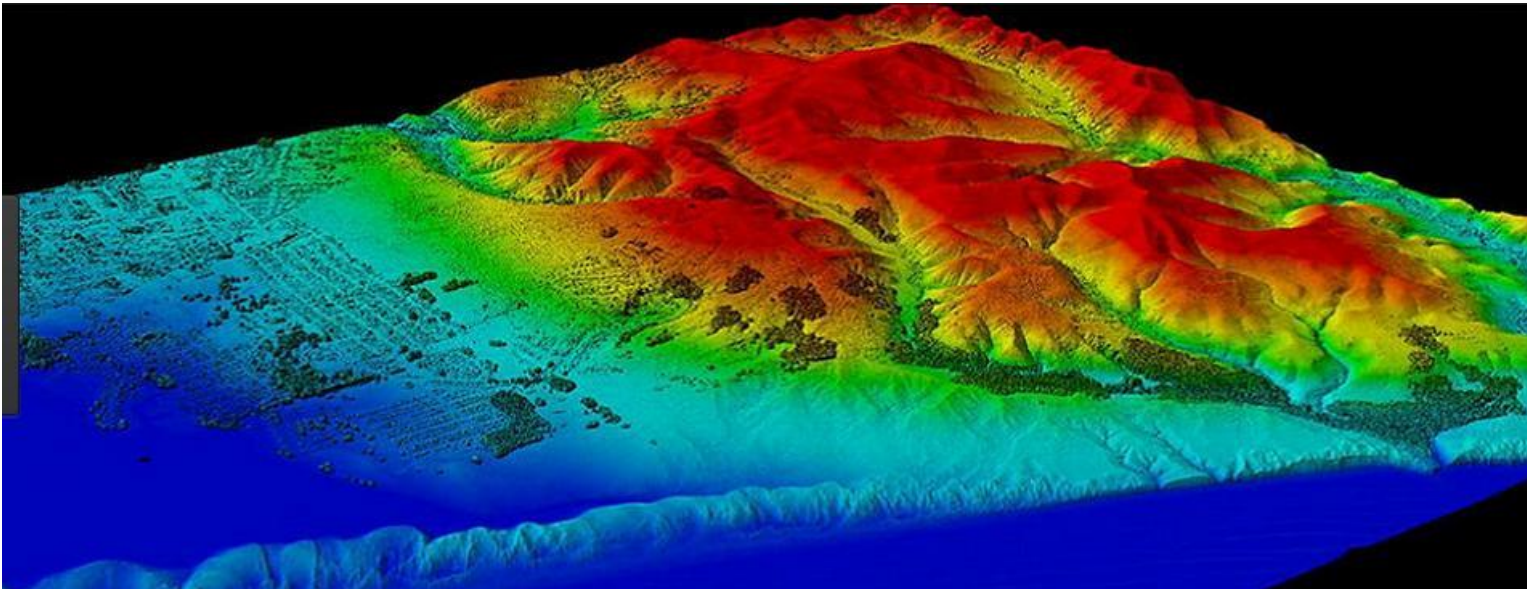
RS (Remote Sensing)

Penyegaran



What is REMOTE SENSING ?

- *REMOTE SENSING includes all methods and techniques used to gain qualitative and quantitative information about distant objects without coming into direct contact with these objects.*

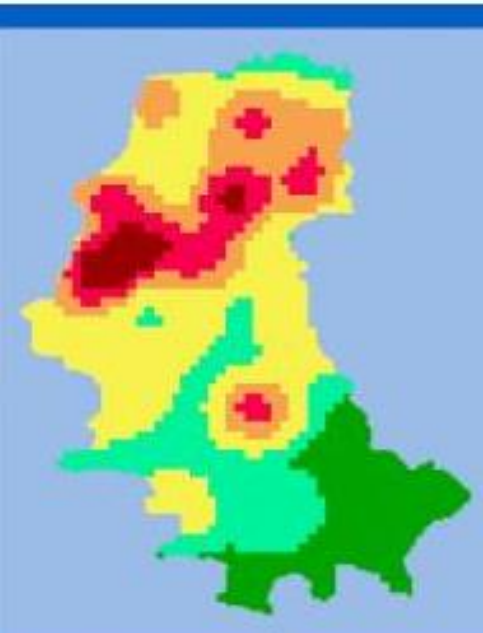




Bab 5. Analisis Spasial

Analisis Spasial

Teknik analisis data geografis berdasarkan distribusi spasial obyek-obyek geografis.



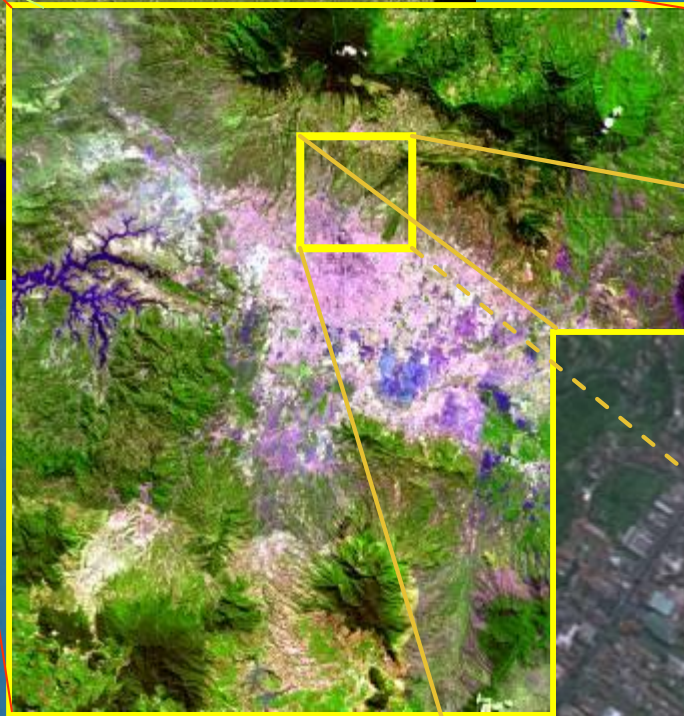
Analisis spasial

analisis statistik,
analisis grafis dan
analisis matematis.

CITRA LANDSAT
TAHUN 1997

Contoh citra satelit berbagai resolusi

Citra satelit LANDSAT
Resolusi 30 meter



Citra satelit ASTER JAPAN
Resolusi 15 meter



Citra satelit SPOT FRANCE
Resolusi 5 meter

Peta Penggunaan Lahan
Tahun 2006
Kota Batu
Skala 1 : 100000



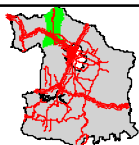
Penggunaan Lahan :

- Awan
- Bayangan
- Hutan Alami
- Hutan Terganggu
- Kebun
- Pemukiman
- Sawah
- Semak
- Tegalan

Legenda :

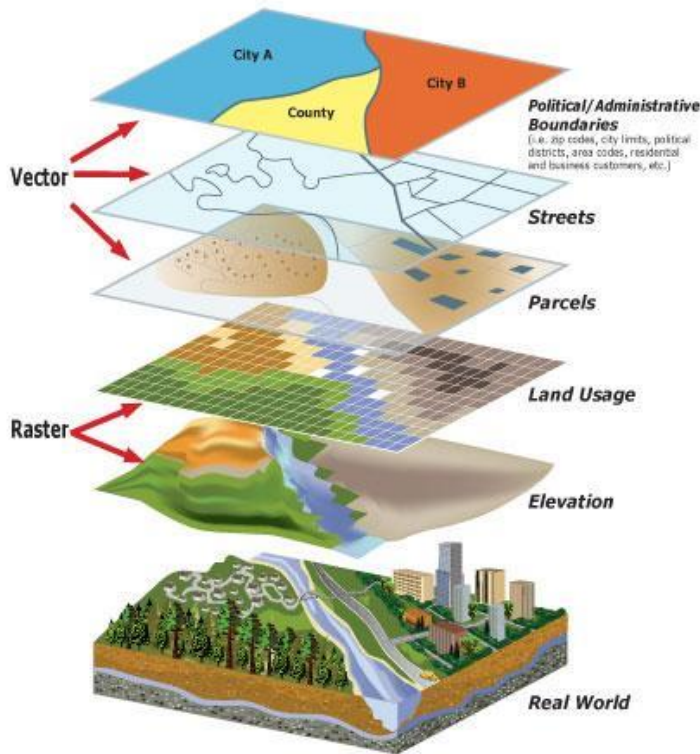
- Jalan Arteri
- Jalan Kolektor
- Batas Kecamatan
- Batas Desa

Insert Lokasi Penelitian



CONTOH HASIL KLASIFIKASI CITRA SATELIT

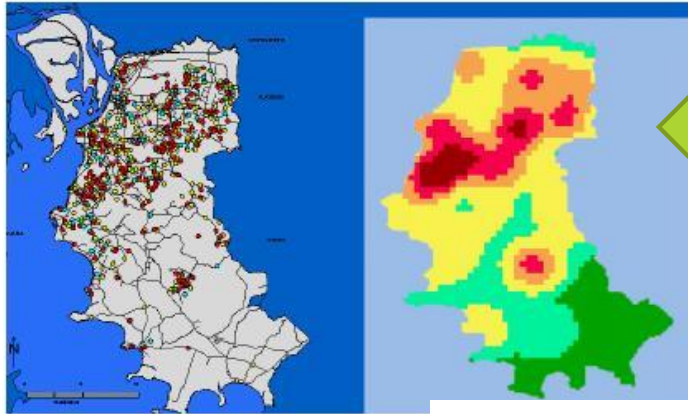
Mengapa Butuh Spatial Analysis?



Manusia menggunakan lahan dan sumberdaya tergantung pada:

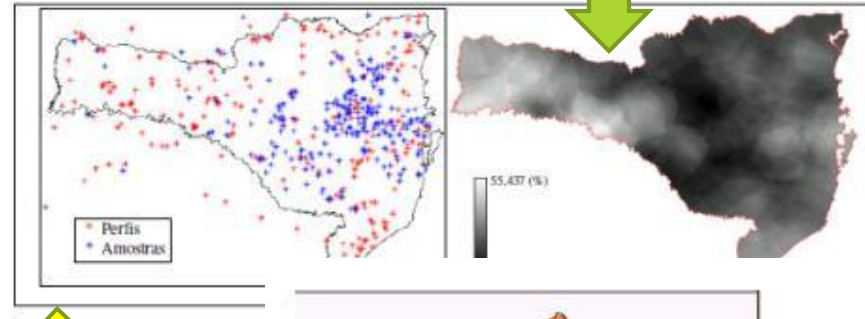
- Rupa /corak alam, termasuk kuantitas dan kualitas hutan, tanah, topografi, iklim, sungai
- Terbangunnya *infrastructure* seperti jalan, jembatan, jaringan jalan kereta api, pelabuhan, dan jaringan listrik
- Kenampakan perekonomian seperti pasar untuk input dan output
- Pusat pemerintahan, institusi
- Kebijakan, sektor luar yang terkait

Tipe data dalam Analisis Spasial

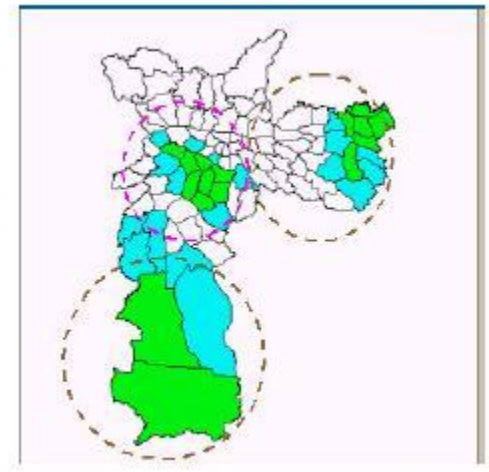
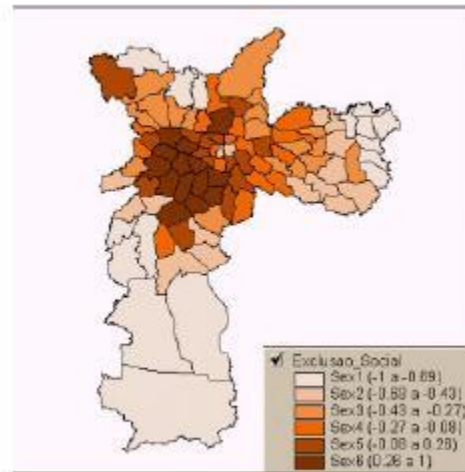
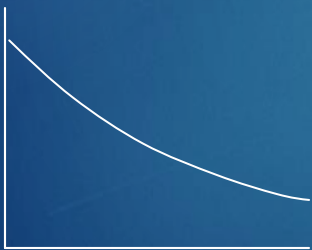


Analisis **data titik**, sebelah kiri plotting data asli sebelah kanan hasil interpolasi (yang telah diklasifikasi)

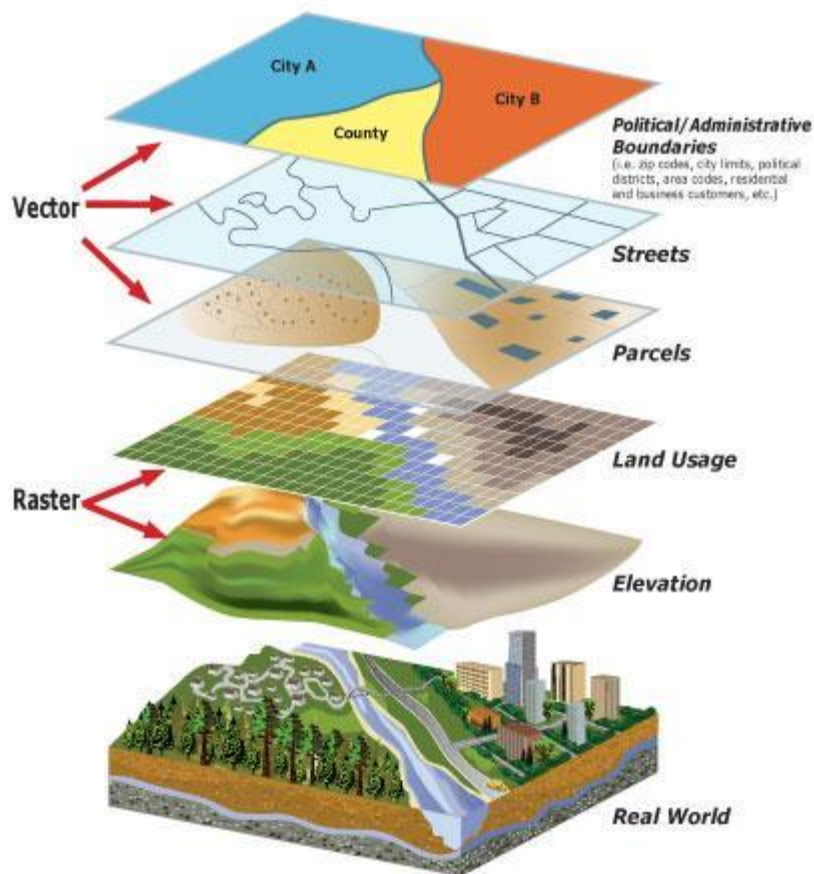
Analisis **data kontinyu**, sebelah kiri plotting data asli sebelah kanan hasil interpolasi (data



Analisis **data area/ luasan**,



Kegunaan Analisis Spasial



1. Sampling site selection
2. Overlaying planning
3. Spatial clustering diagnosis
4. Land cover change analysis monitoring
5. Carbon Stock estimation
6. Assess the potential contamination of water resources
7. etc.



1. Sampling Site selection

Contoh: Stratifikasi Variasi Geografis dari studi konservasi biodiversitas di Jharkhand India (Dewi *et al.*, 2002)

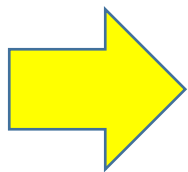


Research Question:

Bagaimana kondisi masyarakat di Jharkhand bila ditinjau dari ketergantungannya terhadap hutan (biodiversitas).

Ada 2 faktor yang mempengaruhi :

- Road accessibility
- Kualitas dan luas hutan



DIBUTUHKAN ANALISIS SPASIAL

Diskusi

- Mengapa **Faktor akses jalan raya** dan **Faktor kondisi hutan (luasan dan kondisi hutan)** perlu dipertimbangkan sebelum melakukan konservasi
- Apa hipotesis yang bisa dibangun dalam kegiatan penelitian ini?

Hypothesis

- Peluang keberhasilan konservasi Hutan lebih besar bila *Road accessibility* terbatas

Bagaimana caranya? Dimana kita harus mengambil sampel?

Ada 4 kondisi:

H = High

L = Low

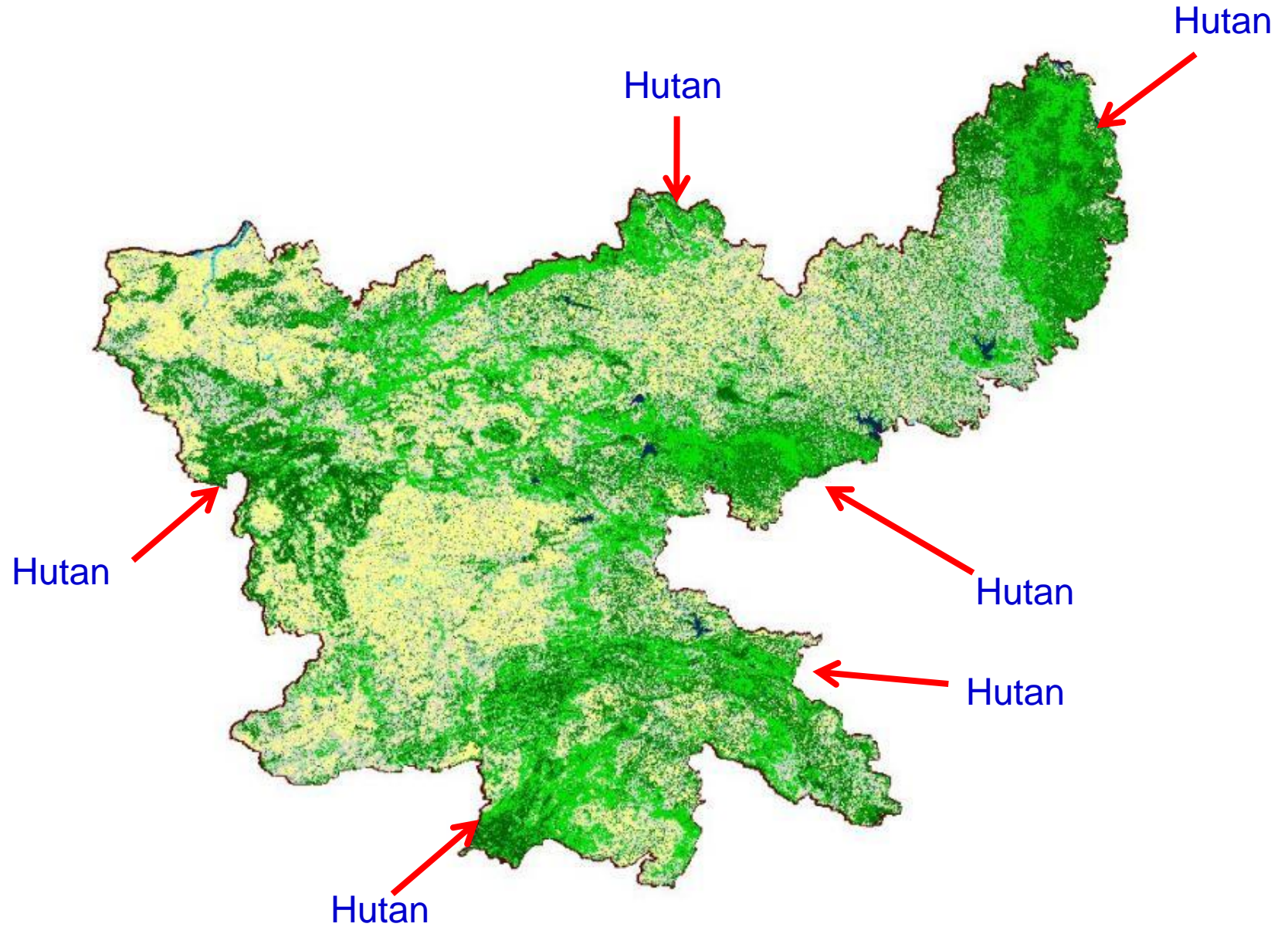
1. H	Forest	H access
2. H	Forest	L access
3. L	Forest	H access
4. L	Forest	L access



Ini tidak relevan

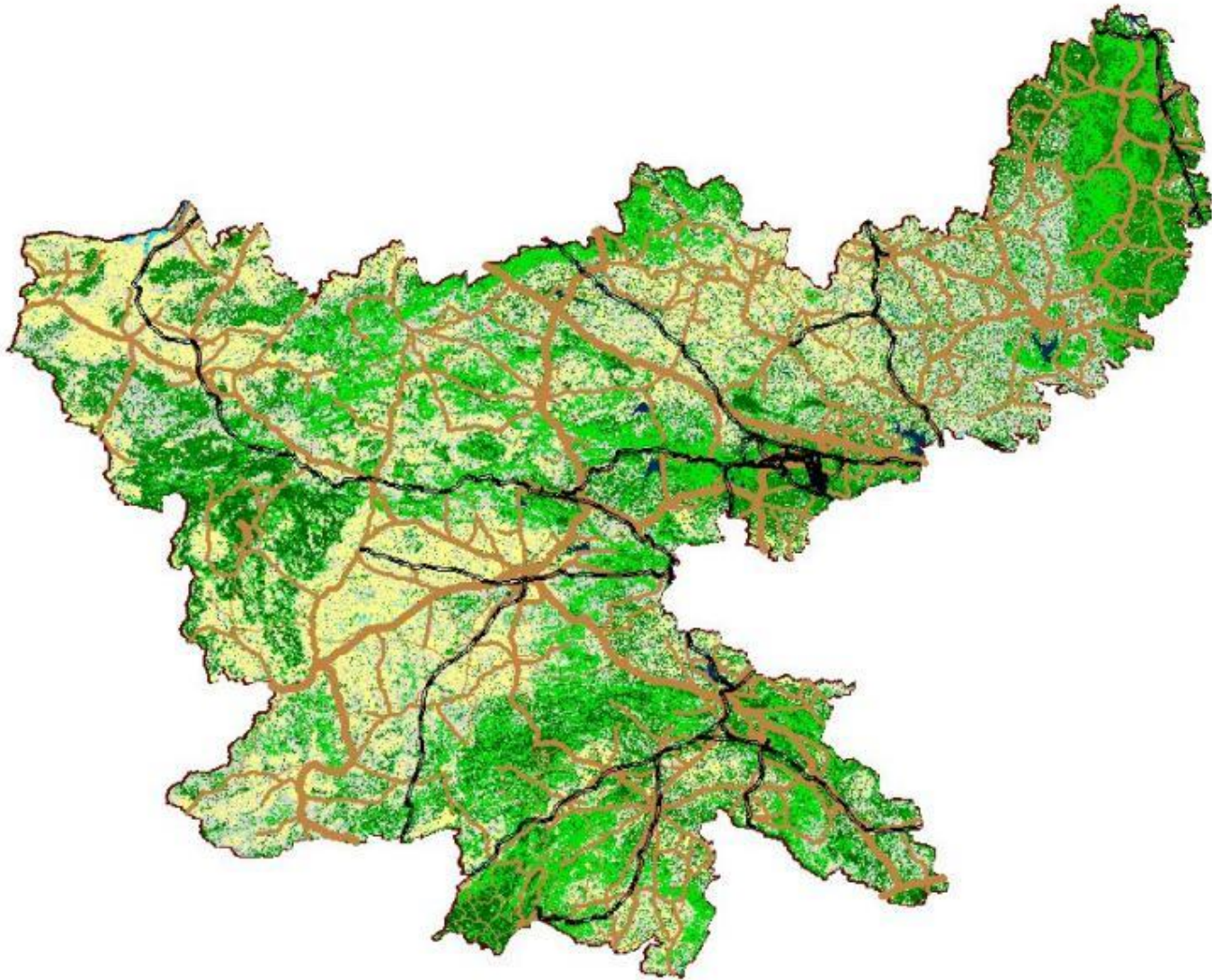
Peta LUS Di Jharkhand India (Hasil interpretasi citra)

1



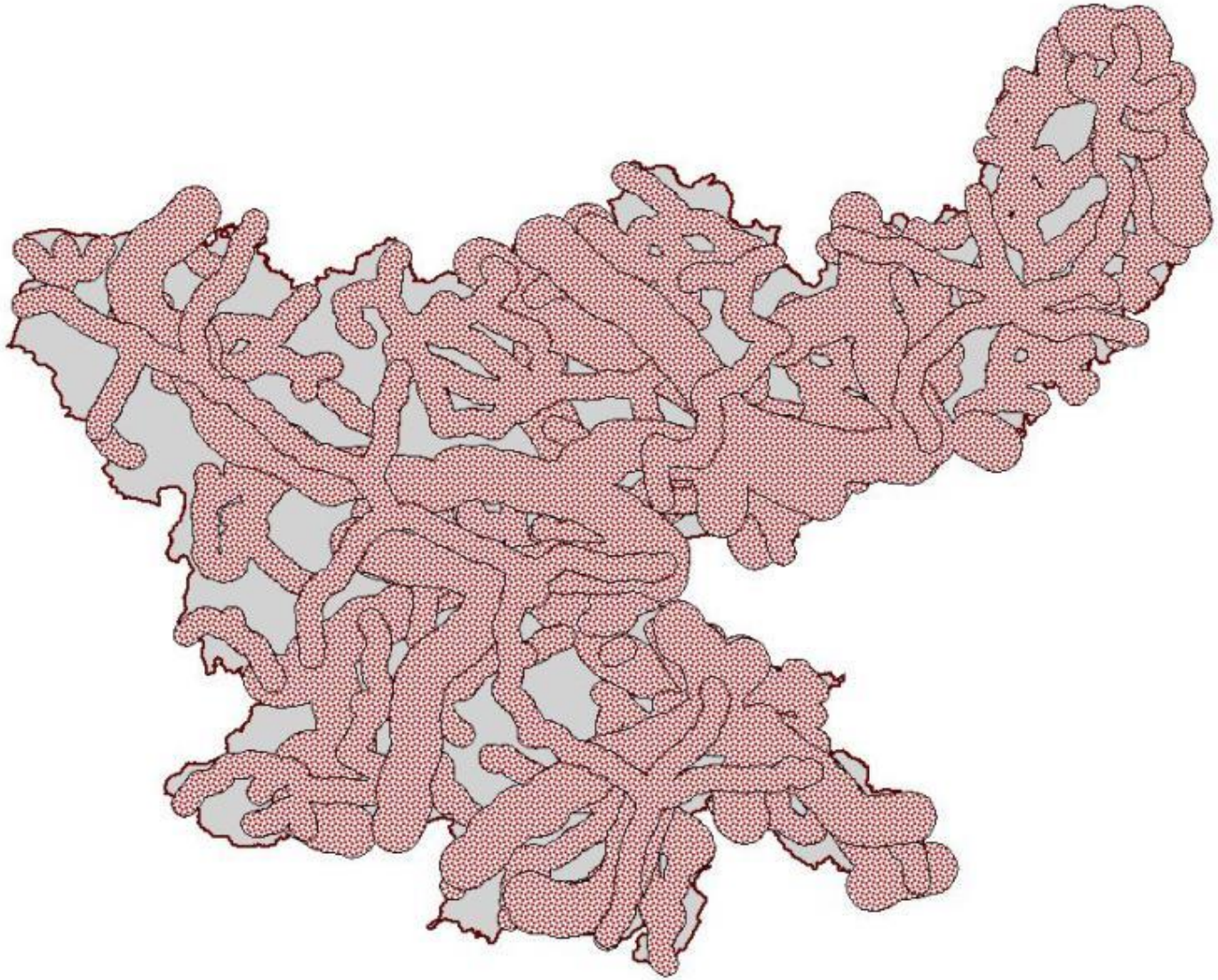
Peta jalan raya Di Jharkhand India

2



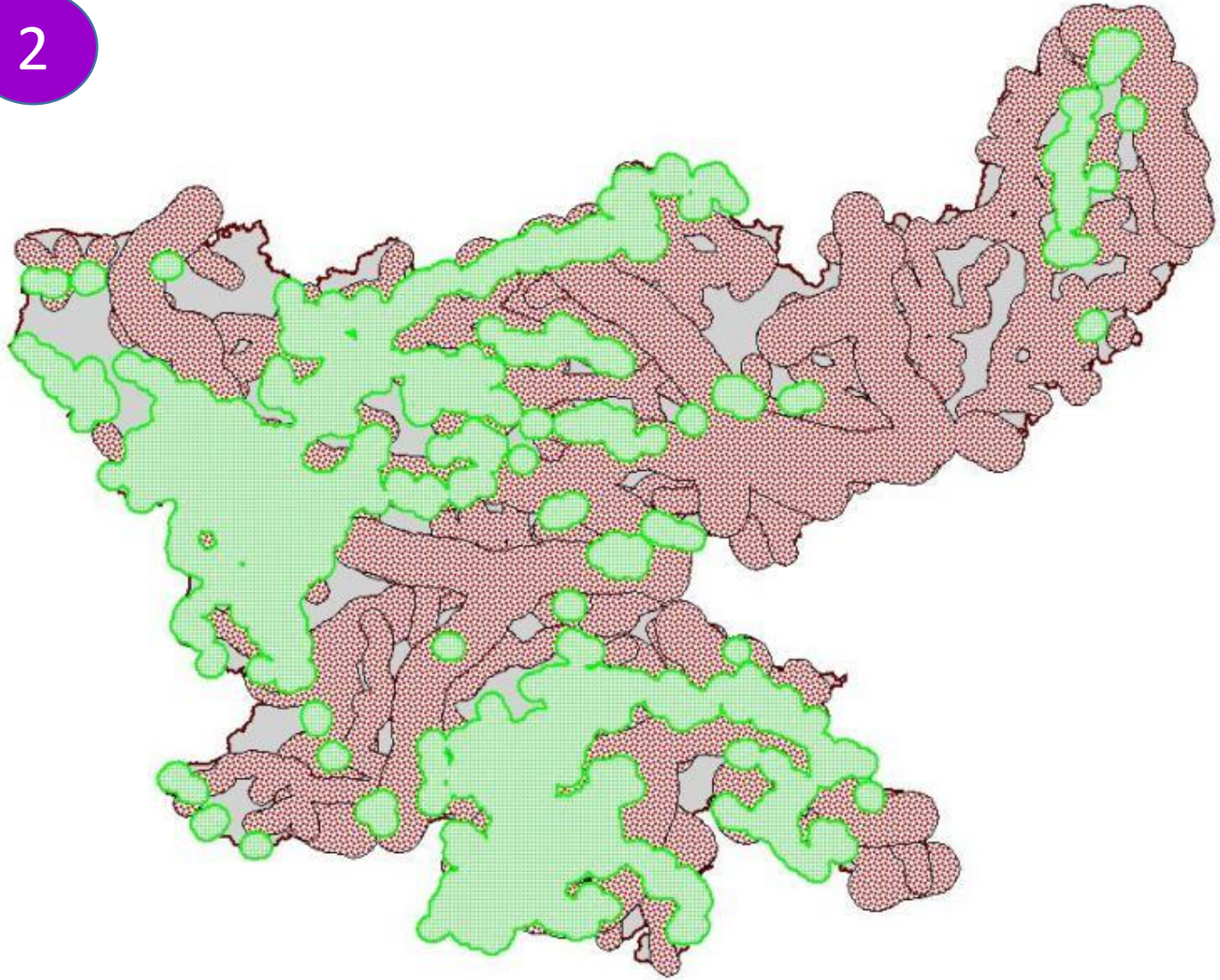
Peta jarak terhadap jalan raya (Buffer zone to road)

3

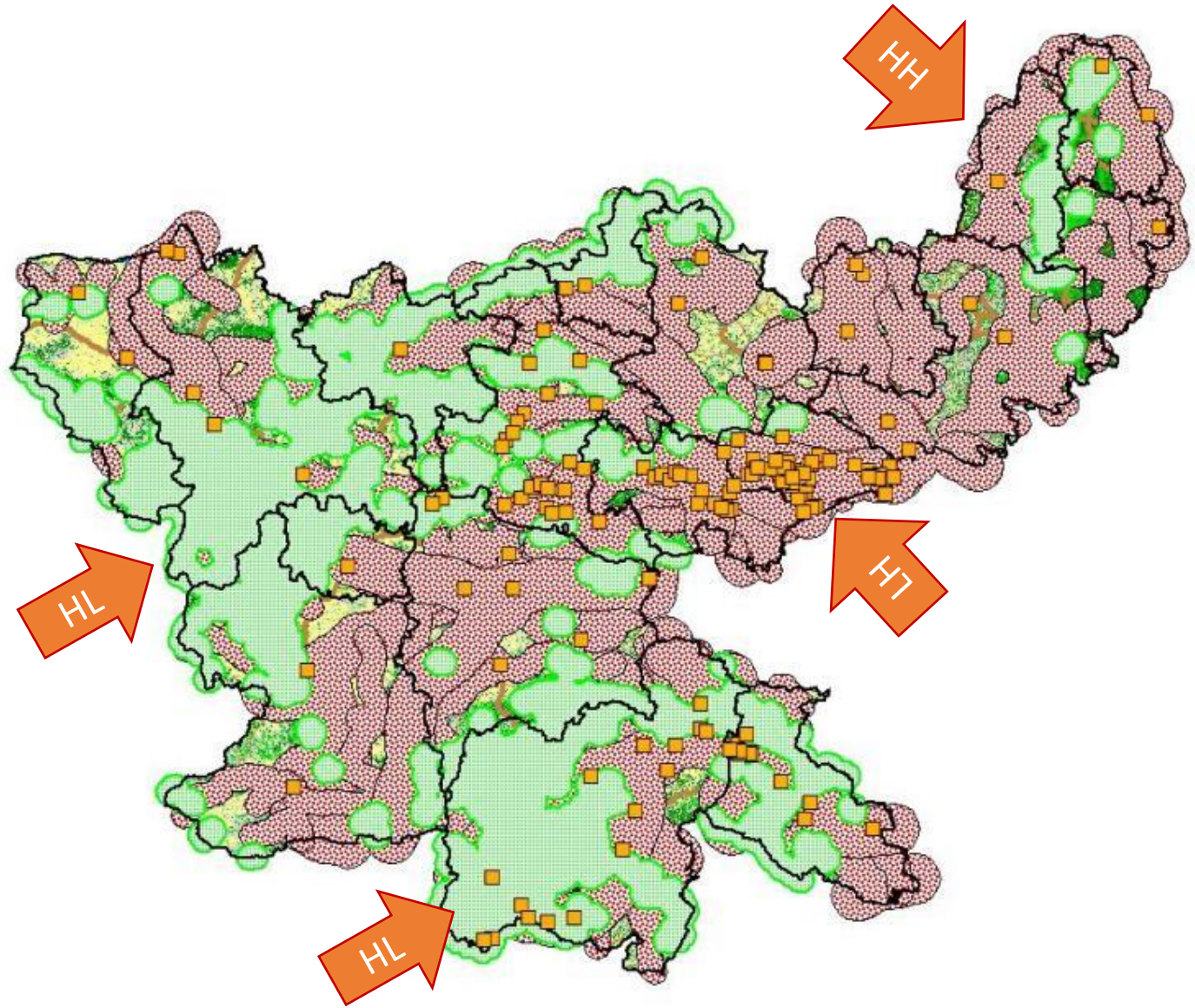


Overlay peta LU dengan peta jalan raya

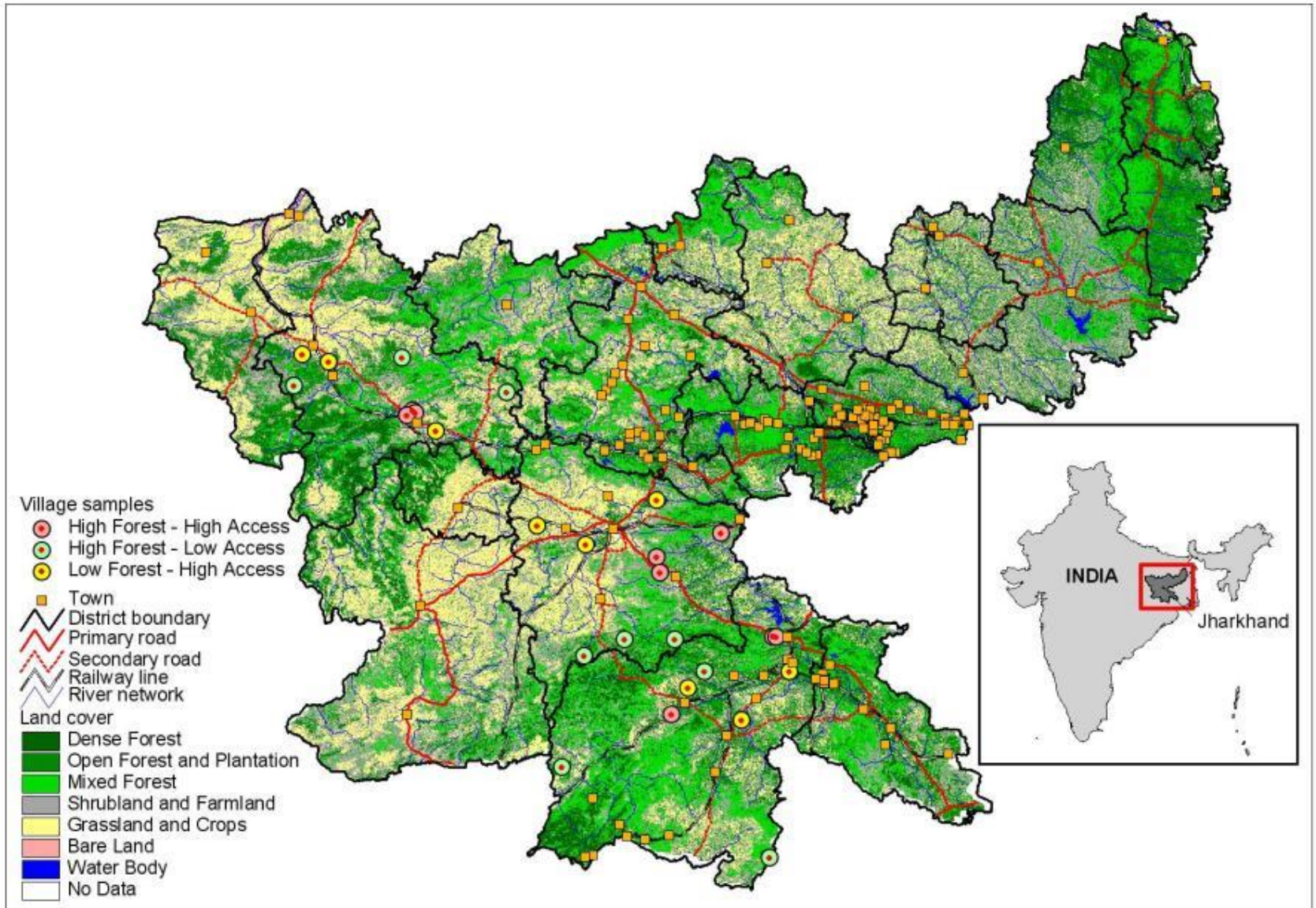
1 + 2



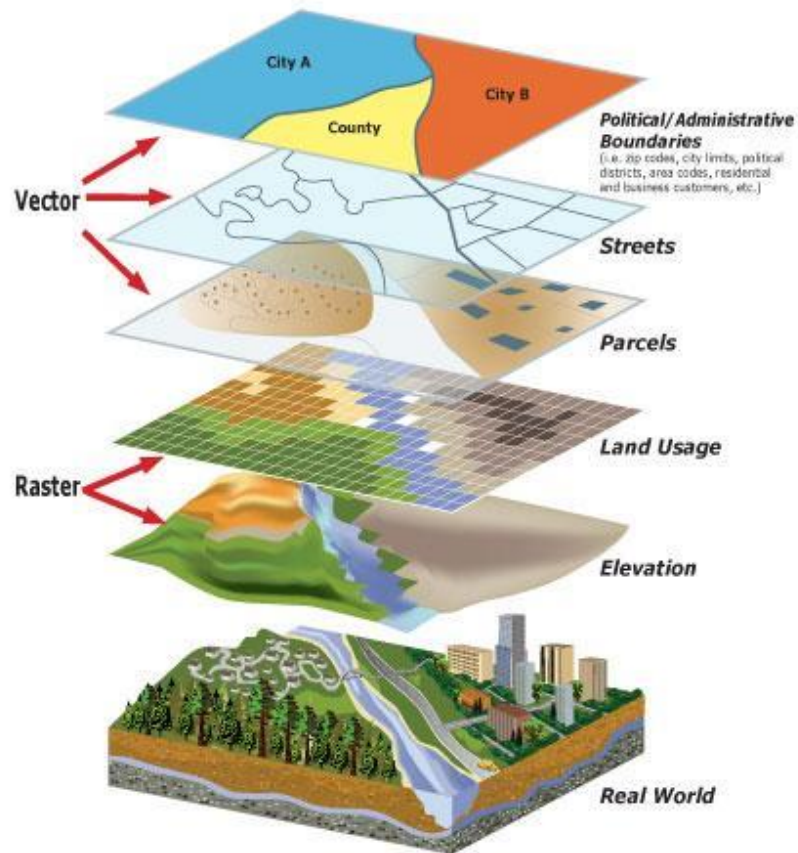
Penentuan Titik Sampling

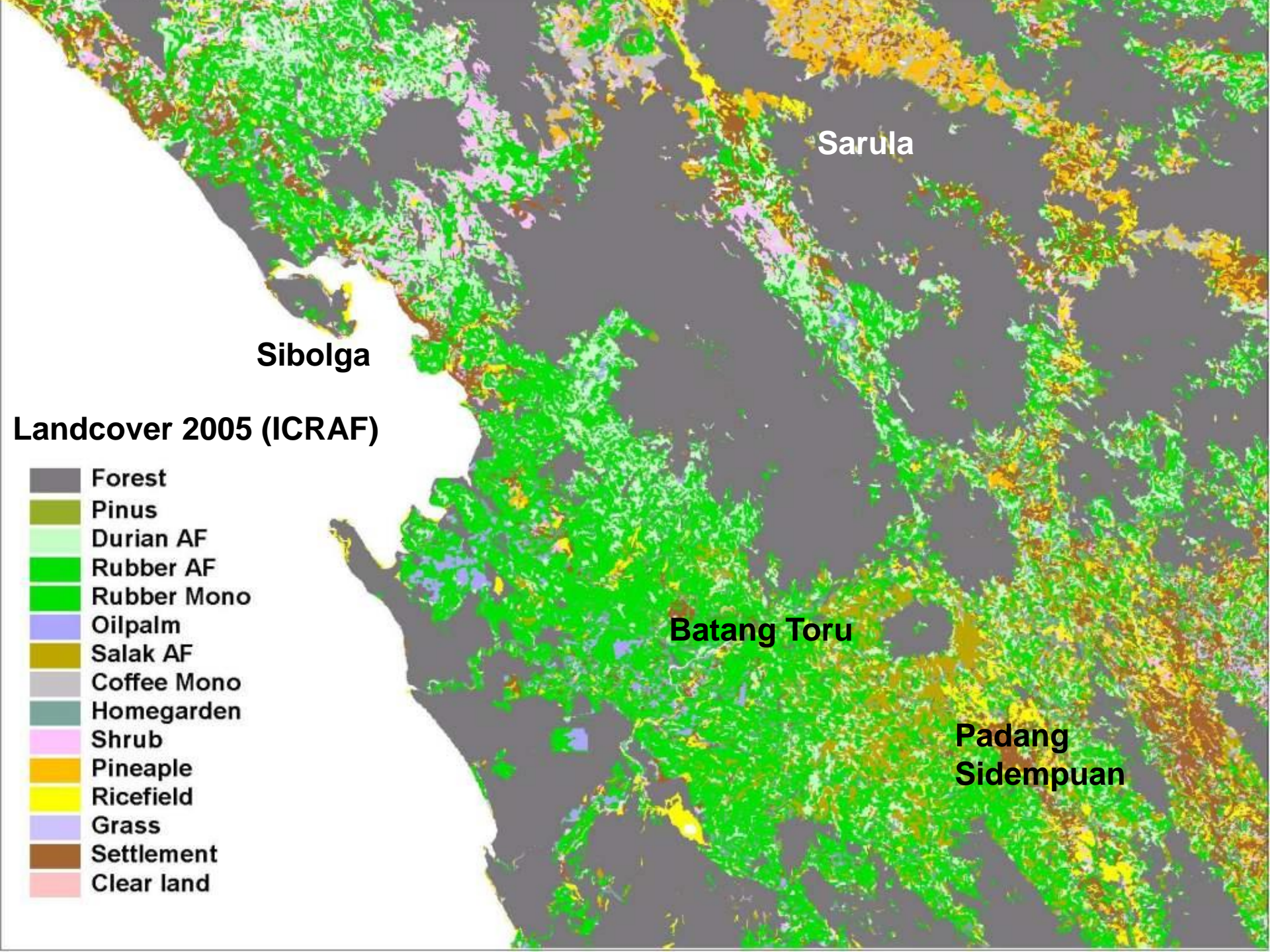


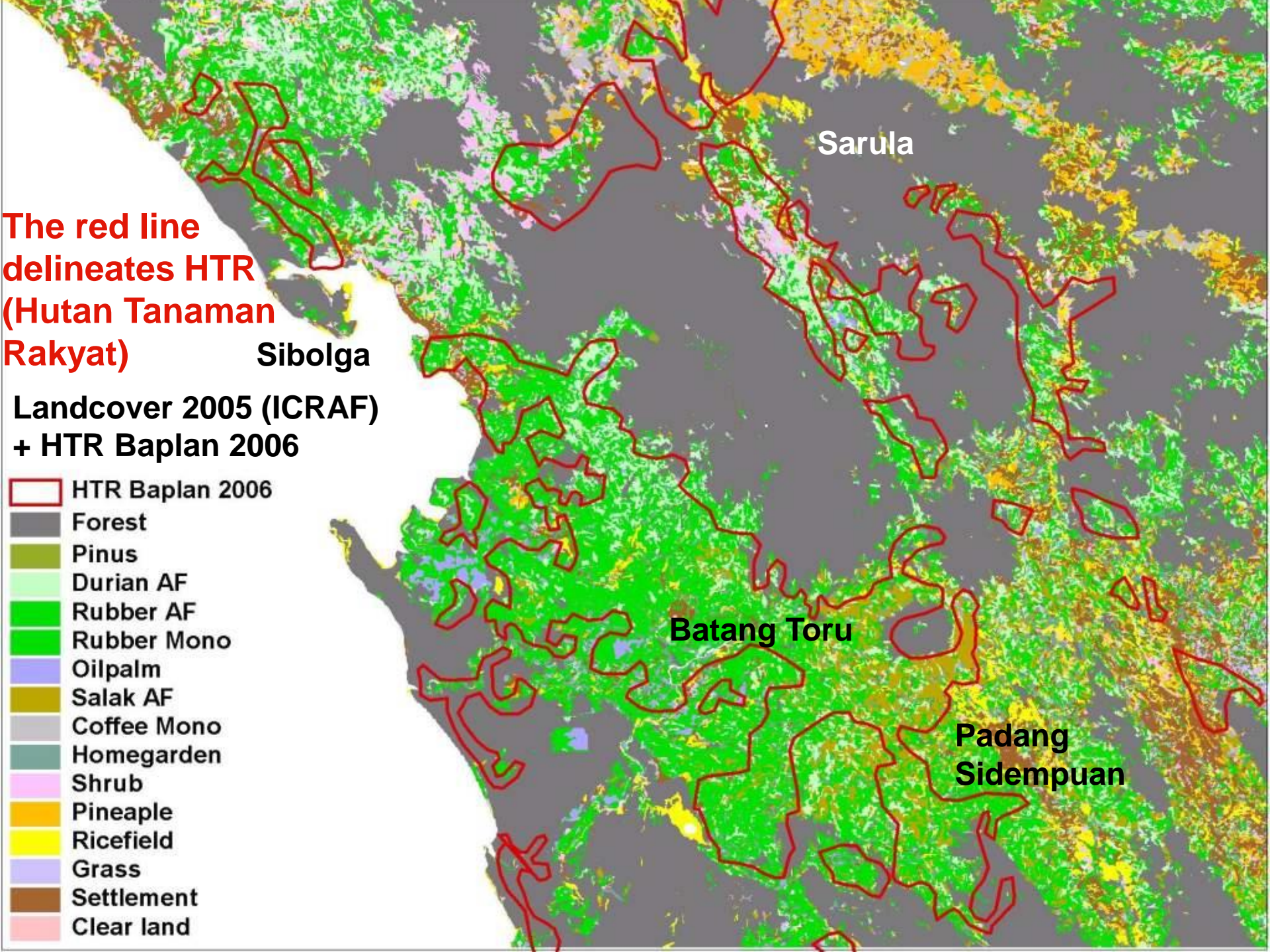
Peta sebaran titik sampling



2. Overlaying Planning







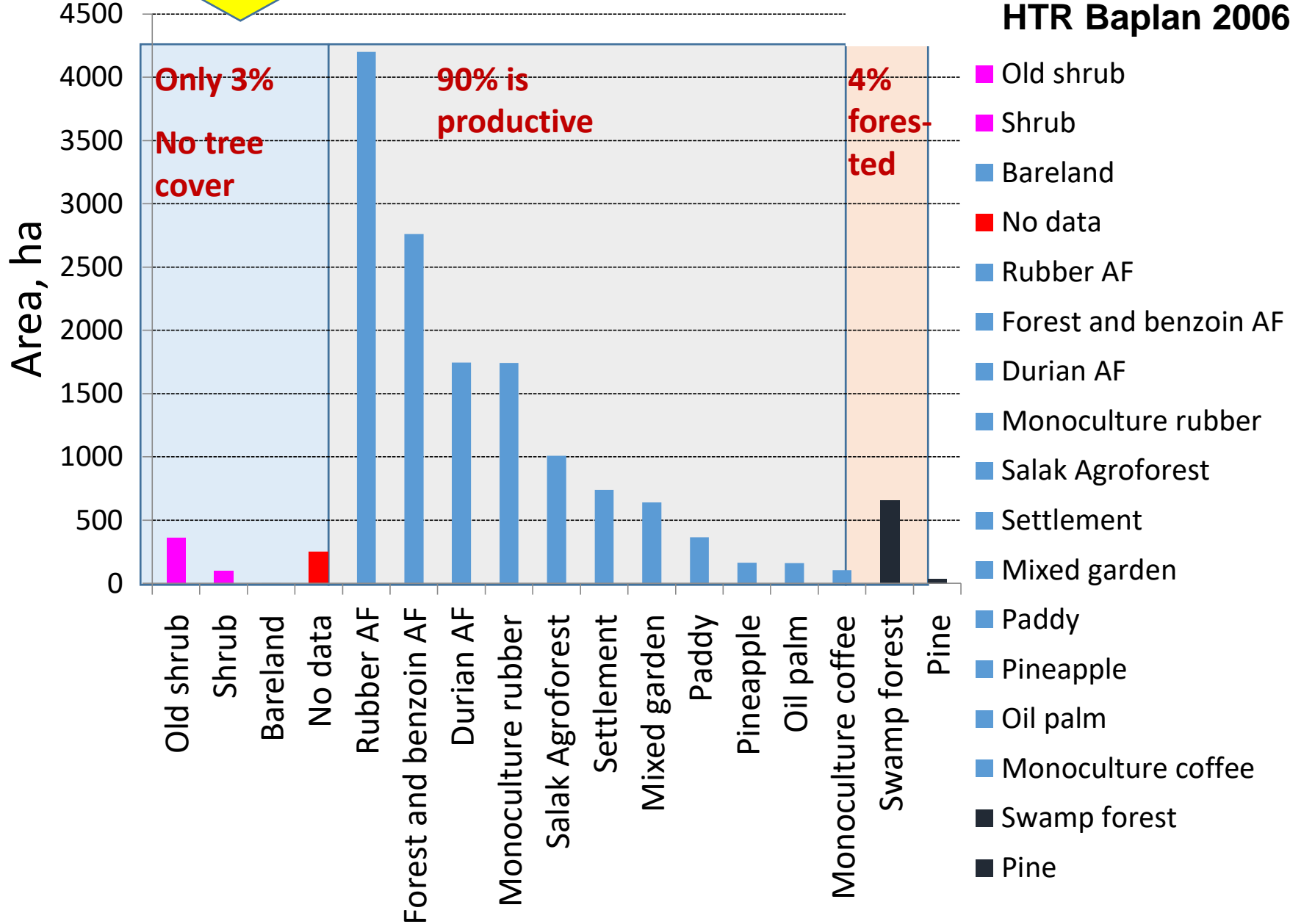
Berpotensi untuk perbaikan



Landcover 2005 (ICRAF)

+

HTR Baplan 2006



Only 3%
No tree cover

90% is productive

4% forested

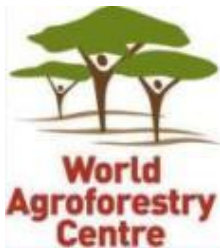
- Old shrub
- Shrub
- Bareland
- No data
- Rubber AF
- Forest and benzoin AF
- Durian AF
- Monoculture rubber
- Salak Agroforest
- Settlement
- Mixed garden
- Paddy
- Pineapple
- Oil palm
- Monoculture coffee
- Swamp forest
- Pine

3. Spatial Clustering Diagnosis Untuk mendukung kegiatan PES



Pembayaran Jasa Lingkungan (PES) di DAS ReJoso

sebuah kasus bisnis





Latar Belakang

Contoh kasus

DAS Rejoso,
Kabupaten Pasuruan,
Jawa Timur

- Bagian dari Wilayah Sungai Welang-Rojoso
- **Fungsi strategis:** penyedia air bersih bagi kabupaten Pasuruan dan wilayah sekitarnya, seperti Kabupaten Sidoarjo, Kota Surabaya, Kabupaten Gresik
- Masalah: Degradasi fungsi DAS seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan desakan kebutuhan ekonomi, serta rendahnya kesadaran lingkungan

Isu



Sedimentasi



Longsor



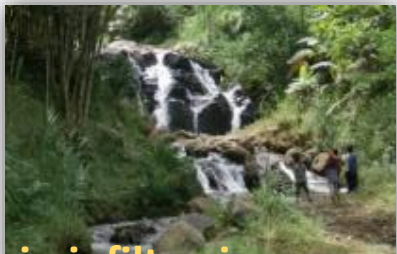
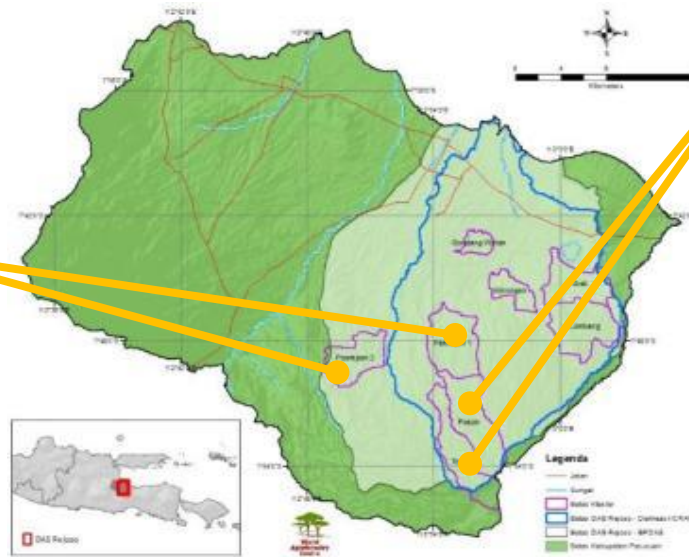
Banjir

Hulu DAS Rejoso

Alih guna lahan (forest → other LU/LC type, tree based → non tree based), unsustainable farming practice → laju infiltrasi lahan menurun, longsor dan erosi lahan/sedimentation, jumlah air berkurang; erupsi gunung Bromo; pencemaran air akibat penggunaan pupuk

Tengah DAS Rejoso

Alih guna lahan (tree based → non tree based), unsustainable farming practice → laju infiltrasi lahan menurun, jumlah air berkurang, longsor, banjir; pencemaran air akibat penggunaan pupuk



Laju infiltrasi menurun



Debit air menurun

Latar Belakang

Pelestarian DAS Rejoso

- Pengelolaan DAS Rejoso terpadu dan berkelanjutan untuk menghindari degradasi lebih lanjut dimasa yang akan datang
- Pilihan-pilihan pengelolaan yang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat
- Partisipasi para pihak/komitmen para pihak: pemerintah daerah, organisasi non pemerintah, swasta, masyarakat/petani
- Penghargaan untuk mendorong/memotivasi pihak pengelola bentang lahan untuk mengelola bentang lahan dengan lebih baik lagi

Pembayaran Jasa Lingkungan

Penyedia jasa: masyarakat di wilayah hulu dan tengah

Langkah-langkah Aktivitas untuk implementasi kontrak PES

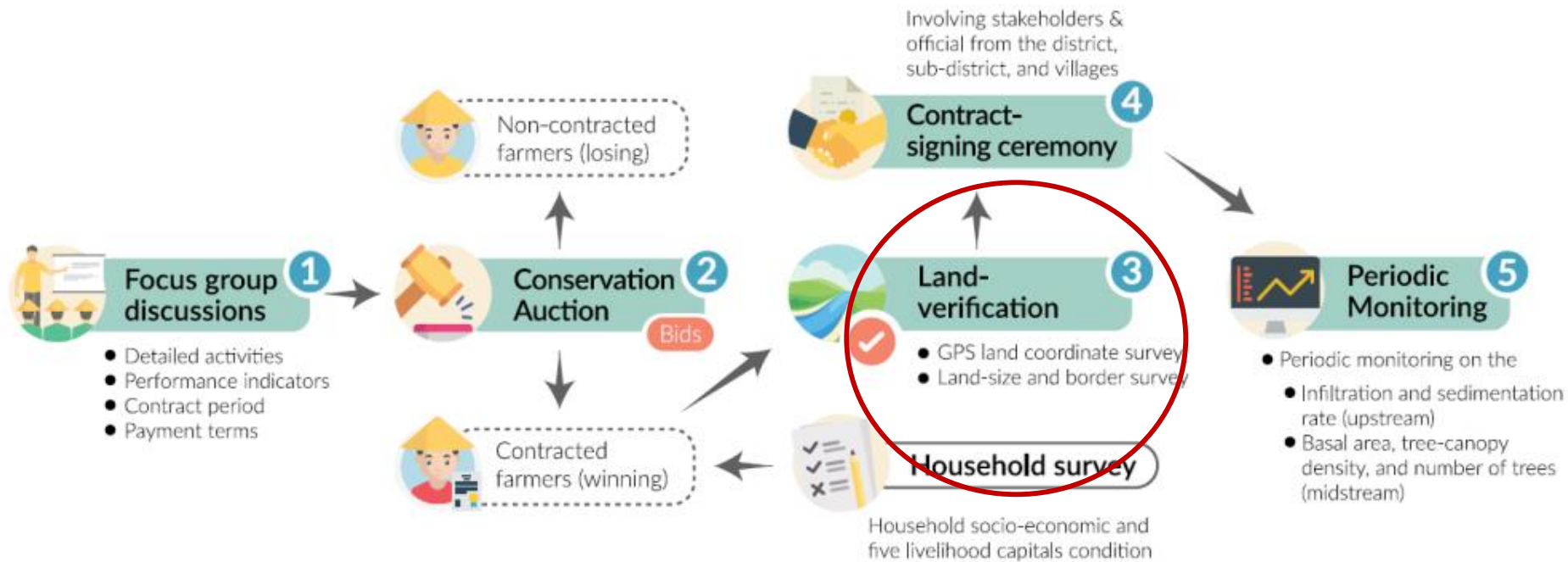
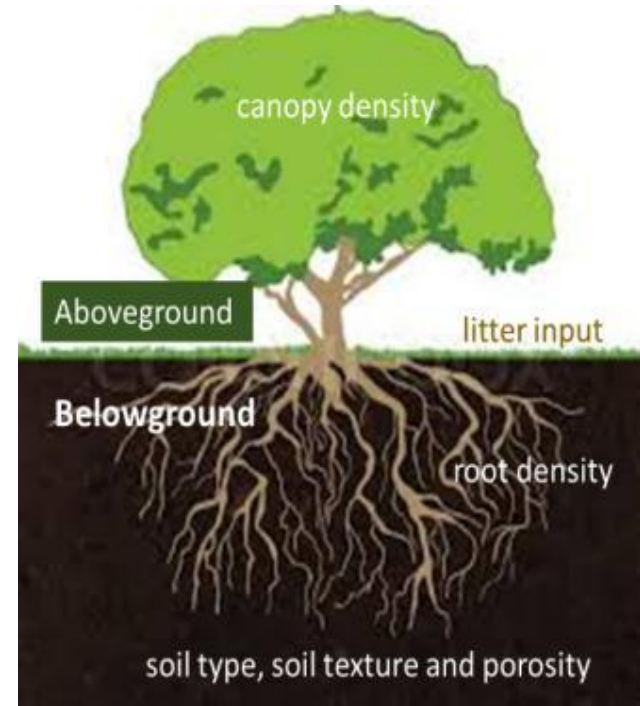
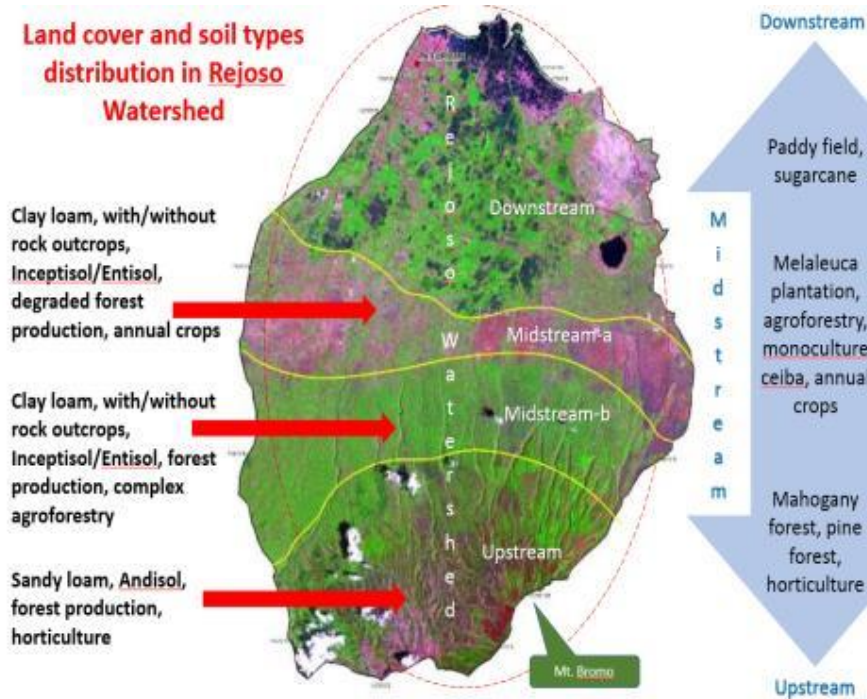


Figure 9: Flow of activities from auction to PES contract implementation

Memahami Kondisi Lahan

Infiltration-friendly farming systems

Land cover and soil types distribution in Rejoso Watershed

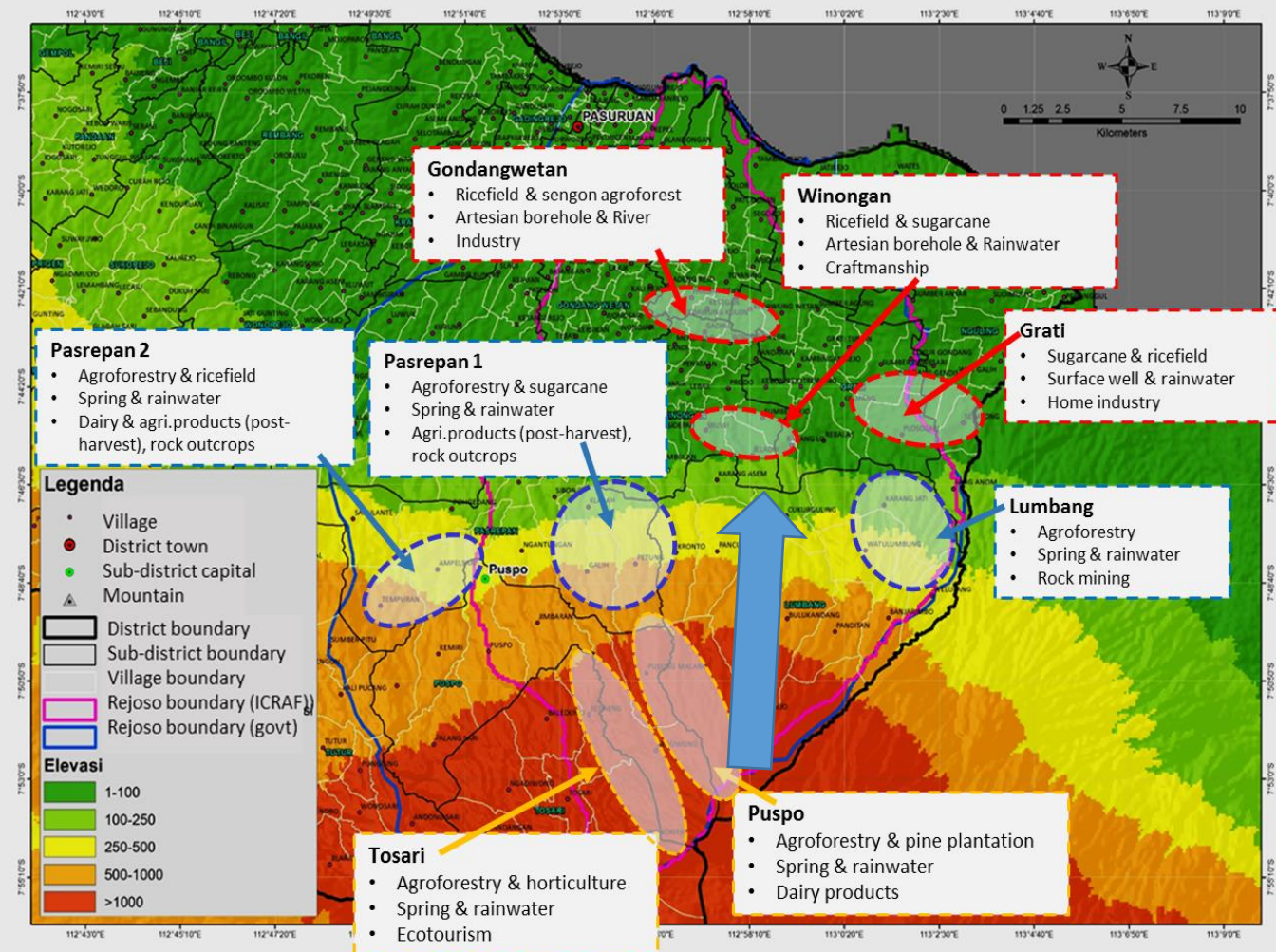


Seresah tebal => biota, makroporositas & infiltrasi meningkat -> Limpasan permukaan & erosi menurun -> kehilangan hara menurun

(Sumber: Suprayogo D, Widiyanto, Saputra D, Sari RR, Maulana R, Sutanto TD, Hairiah K. 2018. Sistem Penggunaan Lahan "Ramah Infiltrasi" di DAS Rejoso Jawa Timur. Universitas Brawijaya. Malang)

Contoh kasus **Pilotting PES** di DAS REJOSO, Pasuruan

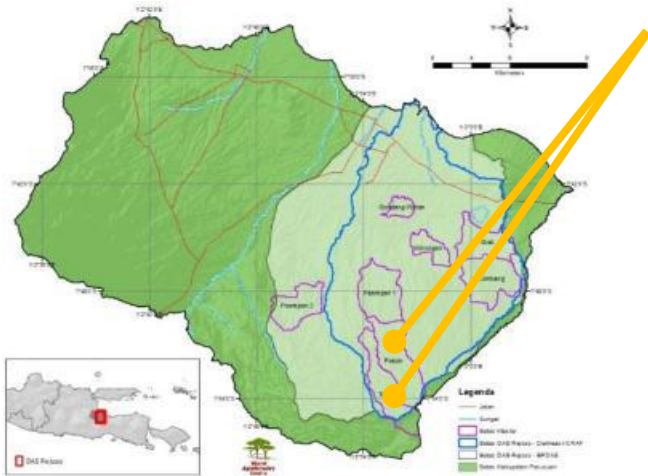
Menggunakan peta untuk **Klasterisasi LUS**



1. Ketinggian tempat (hulu, tengah, hilir)
2. Tutupan lahan & LUS, adanya batuan,
3. Status kepemilikan
4. Tingkat kemiskinan (targetnya kelas rendah-menengah), sumber pendapatan, suku & budaya

(Leimona et al. 2018)

Karakteristik: hulu ~ berkaitan dengan karakterisasi lanskap



- Tutupan lahan dominan: hortikultura, hutan pinus/cemara, agroforestri (kebun campur), tanaman semusim jagung
- Sumber air utama: mata air dan air hujan
- Sumber pendapatan utama: hasil pertanian (kentang dan sayuran), agroforestri (kebun campur) dan kebun jagung
- Pendapatan perkapita perhari: Rp. 60.000,- - Rp. 80.000,-
- Kepemilikan lahan: 1.1 – 1.6 ha, terbagi dalam beberapa lokasi, satu lokasi 0.3 – 0.5 ha.
- Luas pengelolaan lahan perhutani: 0.1 – 0.3 ha
- 60% – 80% area are sloping land
- Bersedia menanam/menambah pohon cemara dilahan horticulture
- Suku: tengger, jawa

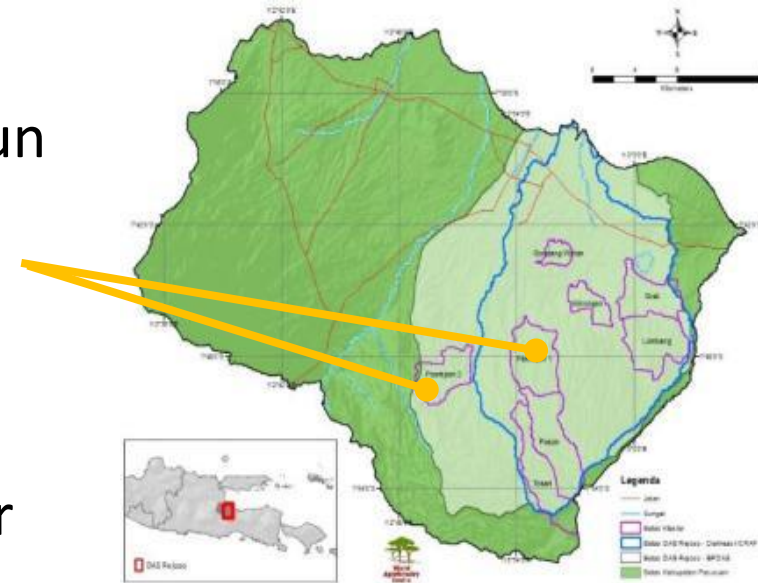
Karakteristik: tengah

- Tutupan lahan dominan: agroforestri (kebun campur), hutan pinus, tebu, kebun jati campur, padi
- Sumber air utama: mata air, air hujan, air sungai
- Sumber pendapatan utama: kebun campur (durian, mangga, pete, sengon, kopi), sapi perah
- Pendapatan perkapita perhari: Rp. 28.000,- - 30.000,-.
- Kepemilikan lahan: 1 – 1.5 ha, terbagi dalam beberapa lokasi, satu lokasi 0.3 – 0.5 ha.

Luas pengelolaan lahan perhutani: 0.1 – 0.5 ha
40% – 60% area are sloping land

Bersedia menanam/menambah pohon non-cemara dilahan pertanian

Suku: jawa, Madura



Memahami Harapan Masyarakat akan pohon

1. Inovasi finansial, harga bagus dan pendapatan meningkat, prioritas pilihan jenis pohon tertentu
2. Wanita lebih memilih jenis pohon untuk konsumsi keluarga dan untuk konservasi T&A dari pada pria
3. Masyarakat hilir lebih memilih pohon buah-buahan dan timber daripada masy. lereng hulu dan tengah
4. Masyarakat cukup paham dengan tingkat kecocokan masing-masing jenis pohon dengan lingkungannya
 - **Hulu:** cemara, bambu, cengkeh & kopi
 - **Tengah:** durian, sengon, kelapa, nangka, cengkeh, kapok
 - **Hilir:** sengon, kapok, kelapa, manga, pisang, jati & nangka





4. Estimasi karbon Stock

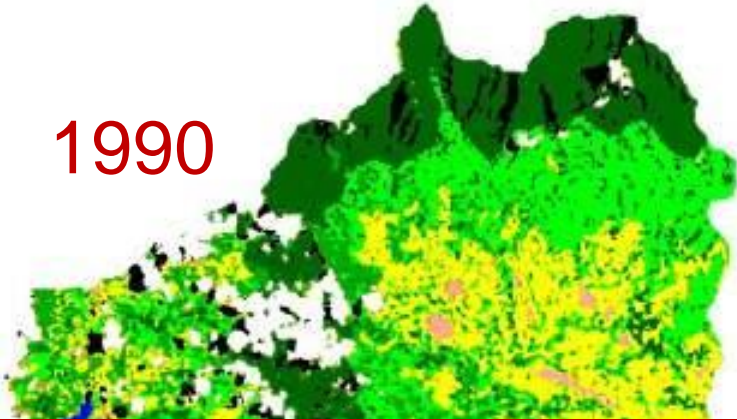
Contoh studi kasus di DAS Kalikonto (Hairiah *et al.* 2010)

Ada 3 tahap:

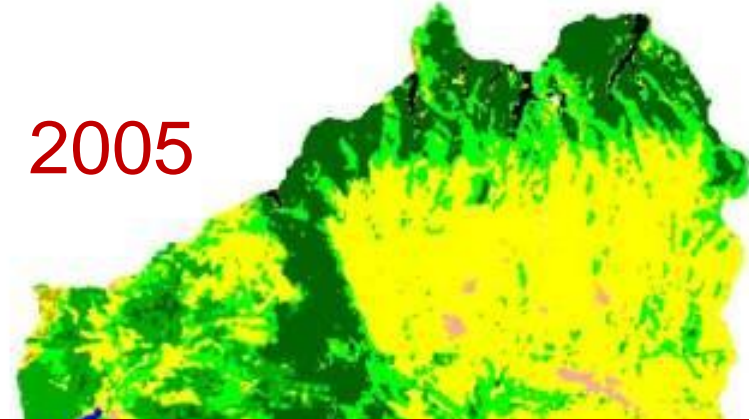
1. Spasial Analysis: Perubahan Tutupan lahan
2. Pengukuran cadangan C pada setiap penggunaan lahan
3. Ekstrapolasi cadangan C dari lahan ke tingkat bentang lahan

Perubahan Tutupan Lahan di DAS Kalikonto (1990-2005)

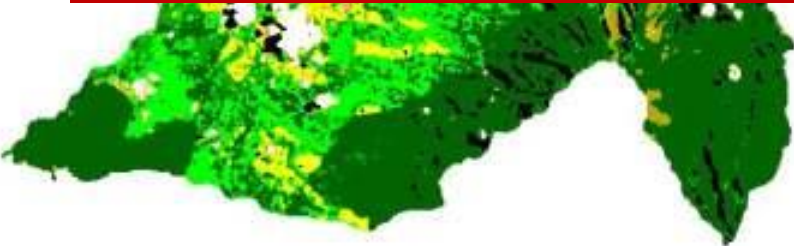
1990












2005



Apa dampak penurunan lahan hutan terhadap emisi Carbon?
Dimana kehilangan lahan hutan terbesar terjadi & seberapa luas?



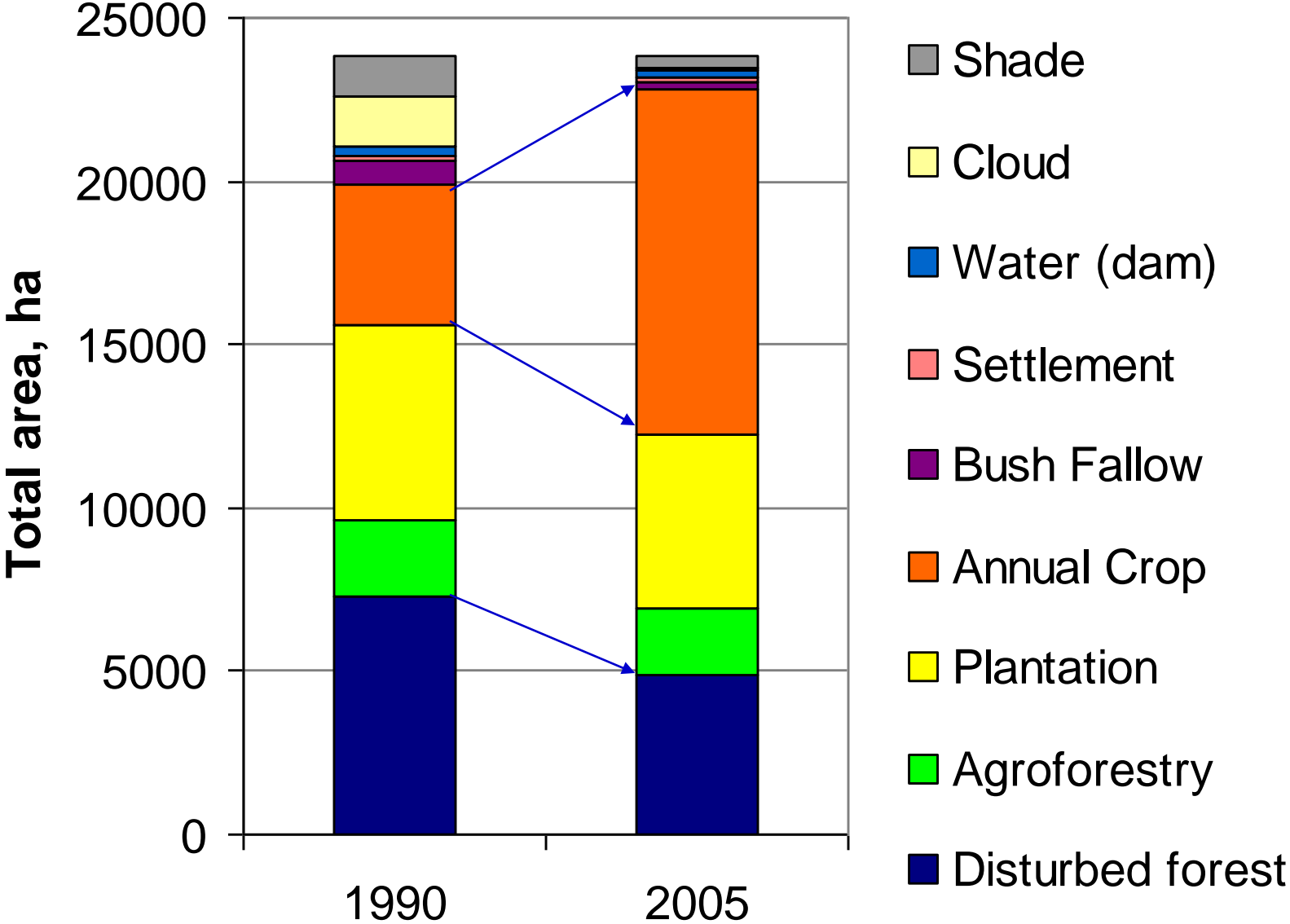
Legenda:

 Hutan Terganggu	 Tanaman semusim	 Tubuh Air
 Agroforestri	 Semak Belukar	 Awan
 Perkebunan	 Pemukiman	 Bayangan



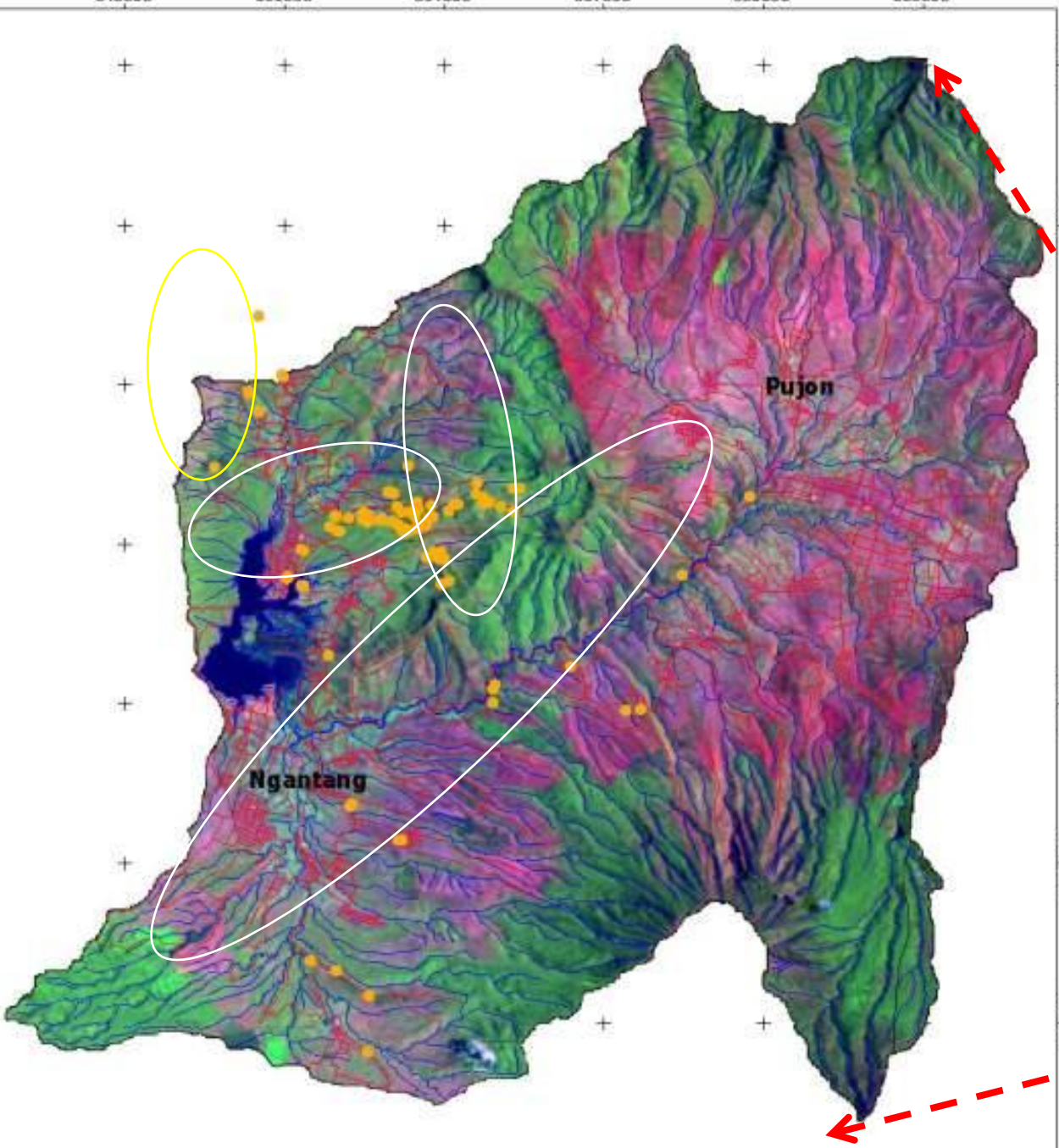
3000 0 3000 6000 Meters

Analisis Spasial: Perubahan tutupan lahan



648000 651000 654000 657000 660000 663000

9141000
9139000
9137000
9135000
9133000
9131000
9129000
9127000
9125000



648000 651000 654000 657000 660000 663000



Departemen Pendidikan Nasional
 Universitas Brawijaya
 Fakultas Pertanian
 Jurusan Tanah



Skala: 1 : 80000



**Peta Sebaran Titik Pengukuran Karbon
 DAS Kali Konto Hulu
 Kabupaten Malang Jawa Timur**

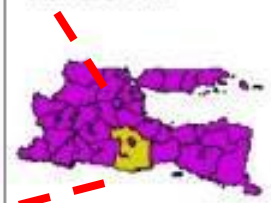
Legenda:

- Jalan
- Sungai
- Batas Kecamatan
- Wilayah Penelitian
- Titik Pengukuran Karbon

Kabupaten Malang

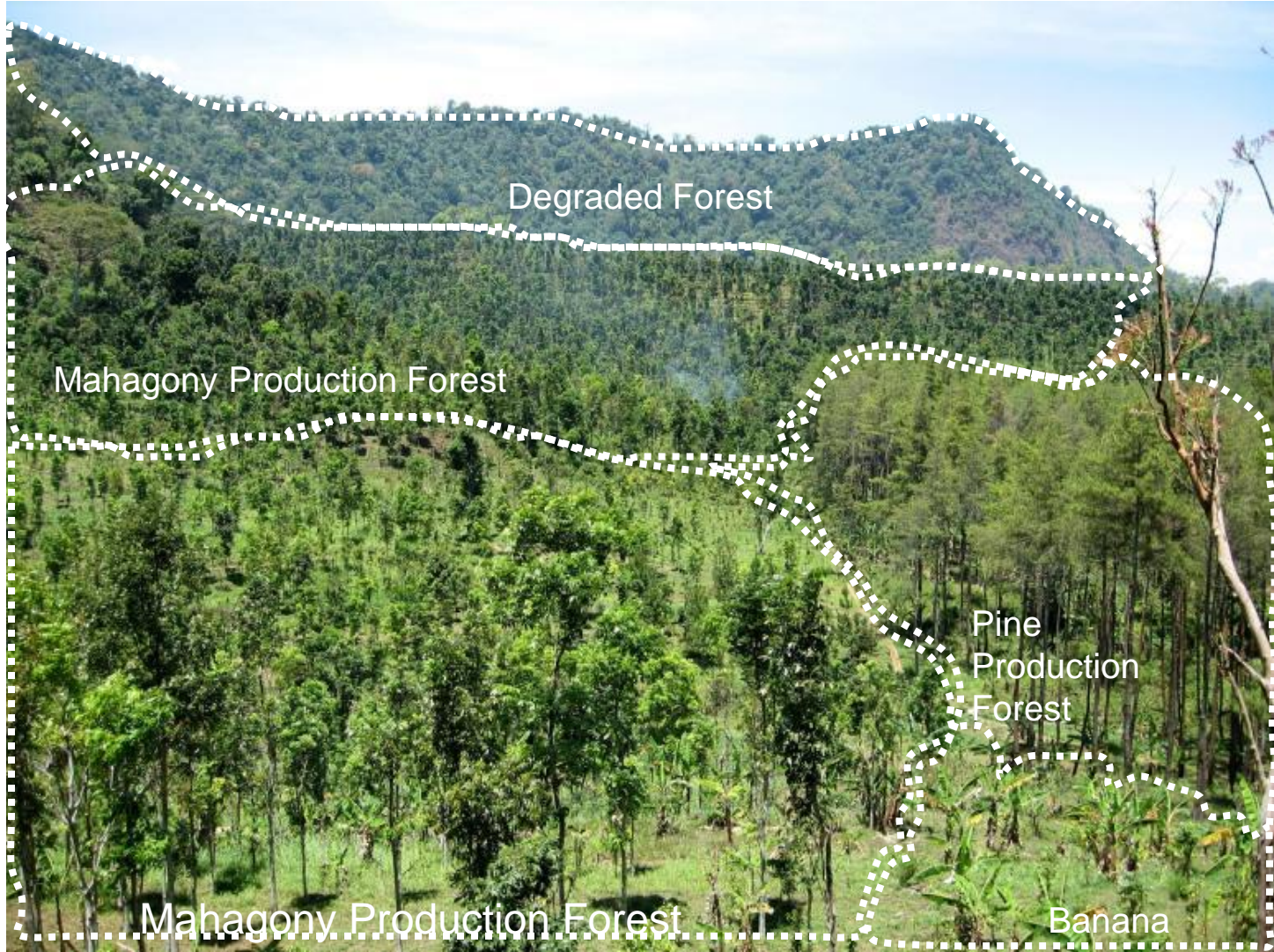


Jawa Timur



Sumber:

- Hasil Survey Lapangan
- Citra Landsat 7ETM+ Tahun 2005
- Peta Rupa Bumi Indonesia Bakosurtanal tahun 2002



Degraded Forest

Mahogany Production Forest

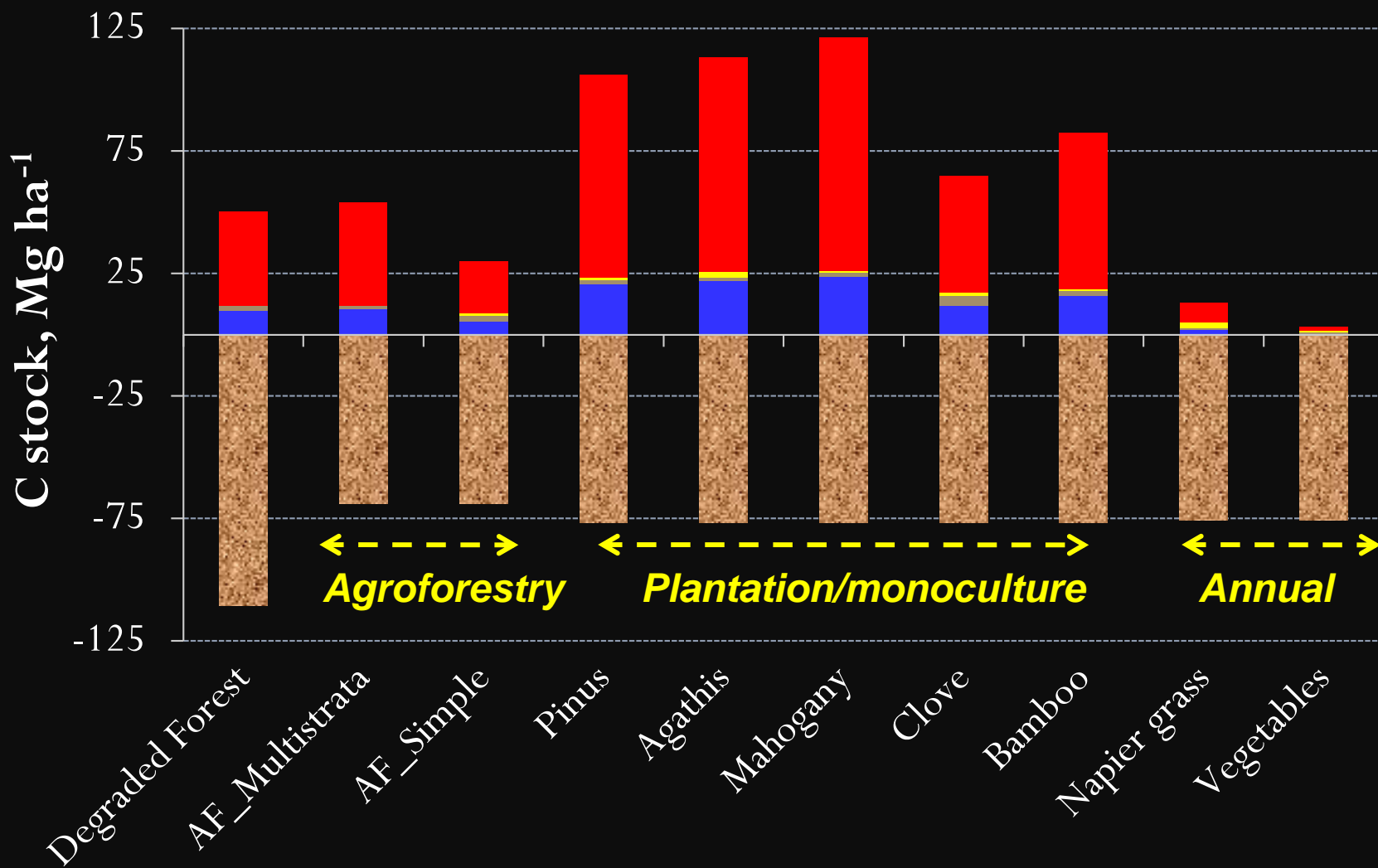
Pine
Production
Forest

Mahogany Production Forest

Banana

Soil, 0-30 cm
 Root Biomass
 Necromass

Understorey
 Plant Biomass

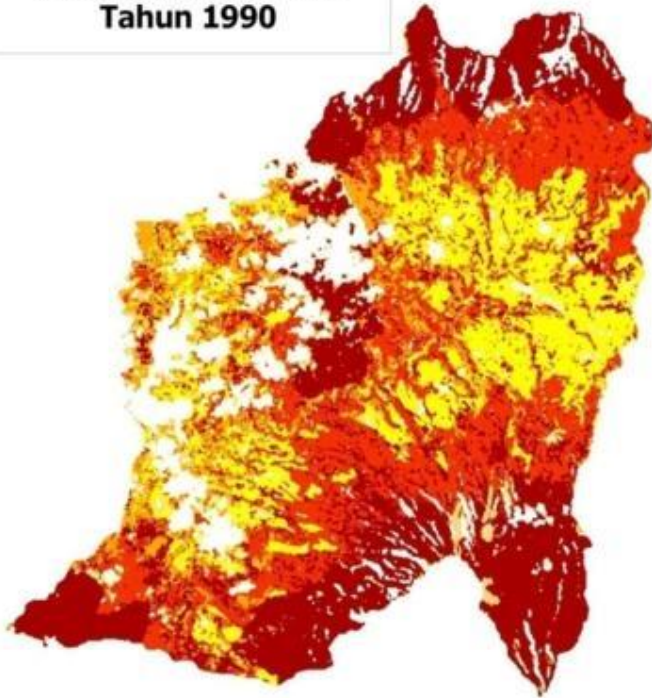


Distribusi Carbon di DAS Kalikonto th. 1990 dan 2005

Dalam kurun waktu 15 tahun (1990 – 2005), seluruh DAS Kali Konto (seluas 23810.13 ha) kehilangan C tersimpan sebesar 25924 Mg th⁻¹ atau rata-rata kehilangan karbon sekitar **1.48 Mg ha⁻¹ th⁻¹**

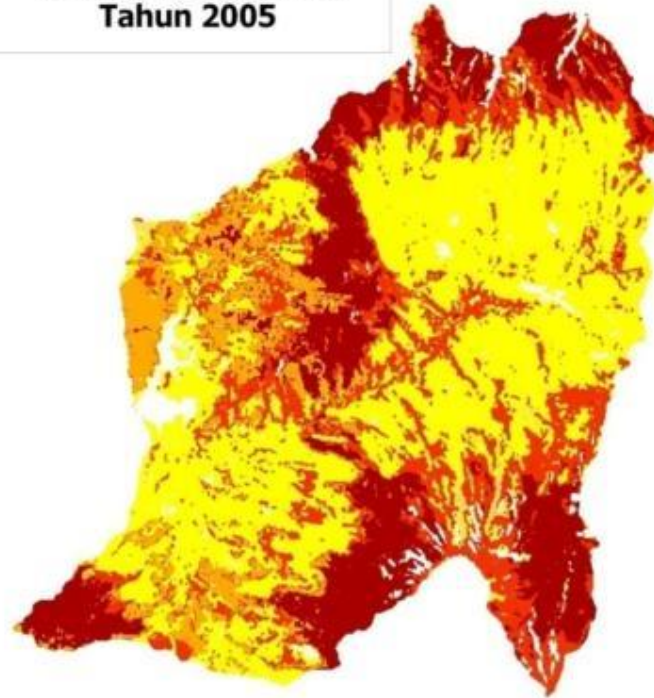
Jumlah Karbon Tersimpan
DAS Kali Konto Hulu
Tahun 1990

1990



Jumlah Karbon Tersimpan
DAS Kali Konto Hulu
Tahun 2005

2005



Legenda (Mg/Ha):



7.5 3.75 0 7.5 Kilometers





5. Menilai Potensi Kontaminasi Sumber Air

ENAM FAKTOR



1. Tingkat erodibilitas tanah
2. Frekuensi terjadi banjir
3. Potensi terjadi runoff
4. Land use (macam & letak → filter)
5. Arah aliran air menuju ke sungai/dam
6. Penggunaan pestisida



Contoh Kasus di
Ranu Pani, Kab.
Lumajang

Pertanian
Intensive →
pollutant
(sedimen &
Hara) → NO
VEGETATION
FILTER??

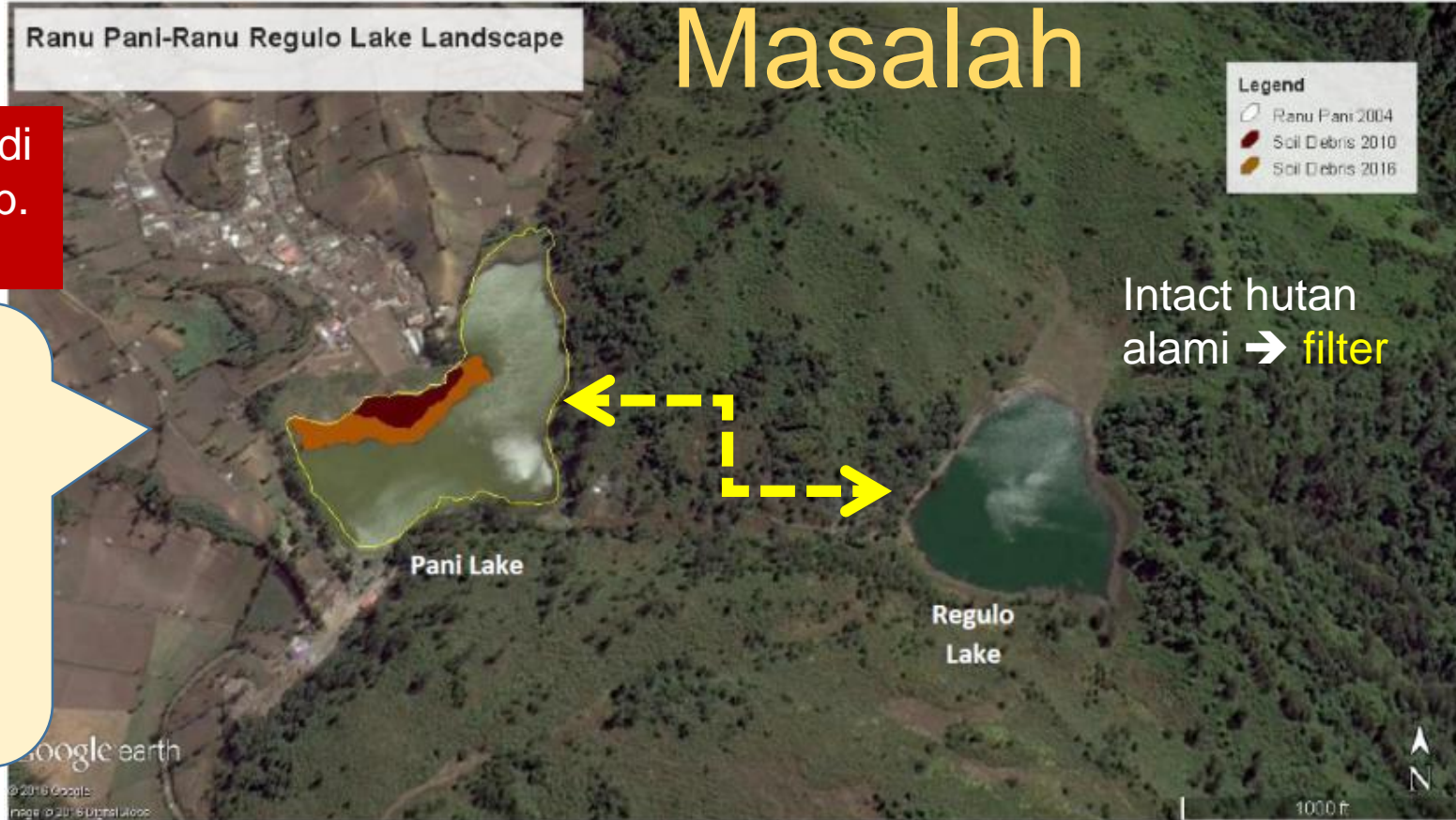


Figure 7. Pani Lake soil debris. The yellow line showed the water body in 2004. The current water body shows by the water picture along the 2016 border of soil debris. The Regulo Lake has different colour of water due to its intact condition.

Ancaman:

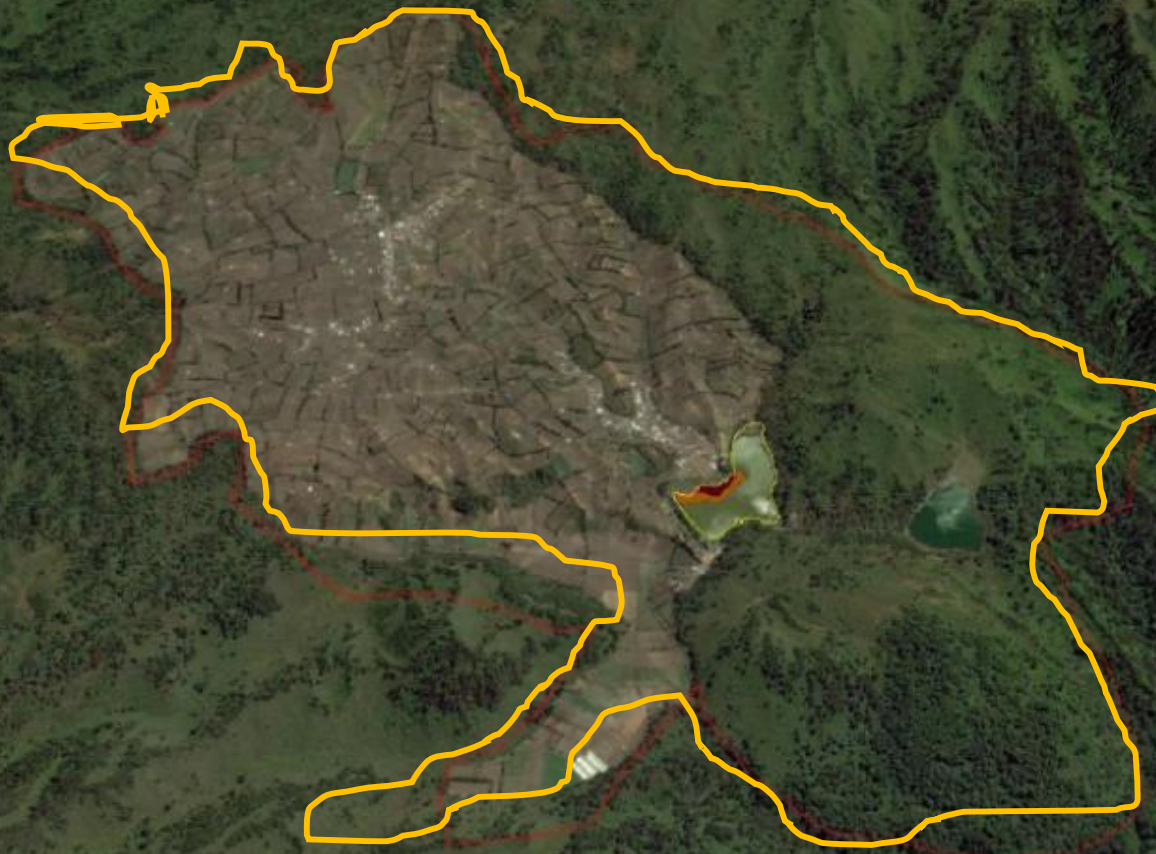
1. Kualitas air menurun
2. Pendangkalan danau
3. Ekosistem pertanian & perikanan terganggu → produk pertanian menurun
4. Income (tourism) menurun

(Sumber: Hairiah & Mahmuddin, 2018)

Ranu Pani-Ranu Regulo Lake Landscape

Legend

- Ranupani-Ranuregulo Landscape
- Soil Debris 2010
- Soil Debris 2016



Google Earth
© 2016 AVIC Inc. Ltd.
Earth Engine
Image © 2015 Earthstar

3000ft

N

Figure 1. The boundary of Ranupani Landscape illustrated by the red line. The two lake have a different water colour due to the high pollution content of fertiliser in Pani Lake (left side) compared to Regulo Lake (right side). The brown area was the soil debris in 2010, and the orange area is the soil debris in 2016.

Sedimentasi selama musim penghujan



Figure 10. Sedimentation during rainy season in Ranu Pani Landscape. All the debris from agricultural fields directly deposited in the Pani Lake, including household waste.

- Hasil Erosi di lahan pertanian intensive di lereng terjal
- Longsoran tebing lahan dan tebing sungai
- Jalan setapak & pemukiman dsb

Salvinia molesta (*gulma air*) berkembang pesat di Ranu Pani (karena sangat kaya hara) → mengancam ekosistem perairan & menurunkan biodiversitas flora dan fauna air & keindahan danau → potensi ecotourism menurun

Menyerap banyak O_2



Dari mana datangnya nutrisi?



Nutrient rich environment



Figure 4. The abundance of *Salvinia molesta* as the indicator of severe pollution from fertiliser in Lake Pani

Figure 5. *Salvinia molesta* manual eradication process by the volunteers in 2012.

Dekomposisi BO *Salvinia* dalam air butuh banyak O_2 → air danau semakin kekurangan O_2

Budidaya kentang dan sayuran di lereng terjal

Hara hilang di Ranu Pani via:

- Terangkut run off & erosi
- Terangkut longsor
- Leaching
- Panen



Figure 3. The planting pattern of Potato and other agricultural products in Ranupani. It cuts the contour so the water run-off process is fast and the top soil removed quickly.

BUDIDAYA KENTANG : Neraca hara di Ranu Pani



Informasi dari Pak Demsi (pendamping masyarakat di Ranu Pani)

Permusim tanam insektisida Rp 5 juta/ha

Pupuk kimia Phonska 100 kg/ha seharga Rp 250.000

Pupuk kandang ayam 200 sak/ha @ Rp 17.000

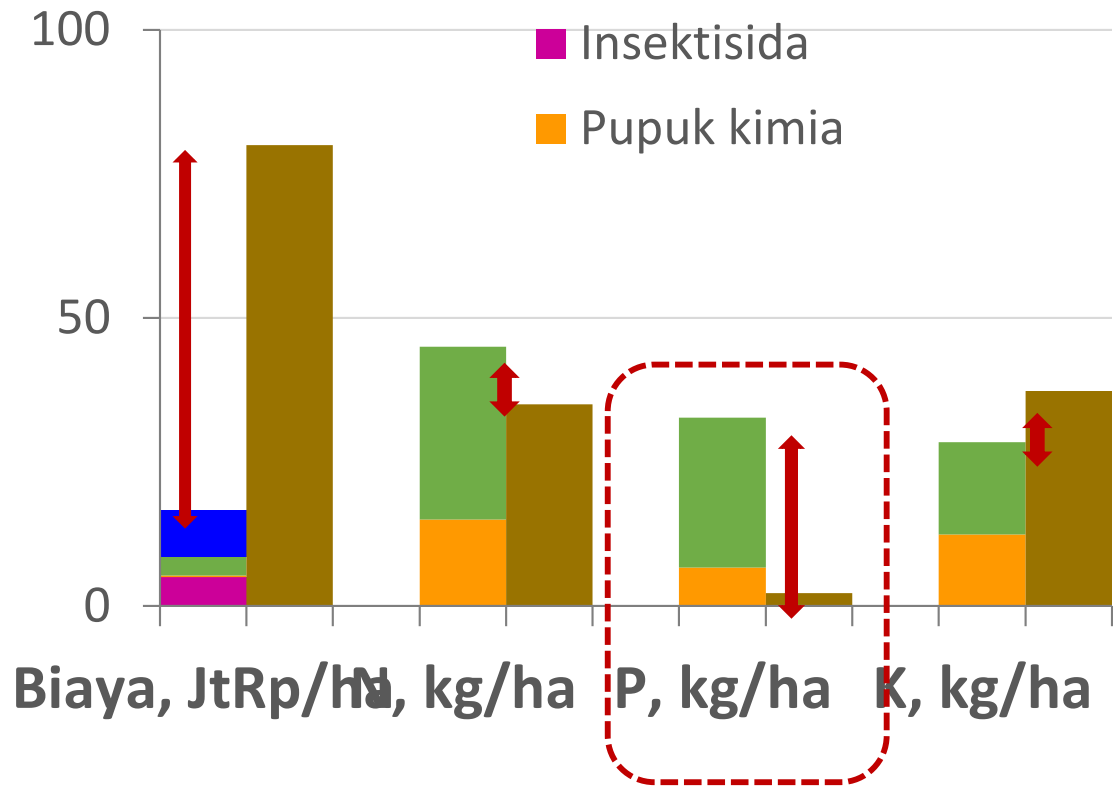
Tenaga Kerja	80 HOK	100,000
--------------	--------	---------

Aplikasi Pupuk kandang 2 ton/ha dan pupuk kimia Phonska 100kg/ha, menghasilkan 20 ton kentang, dengan kisaran harga kentang 4000-12000 per kg

BUDIDAYA KENTANG : Neraca hara di Ranu Pani



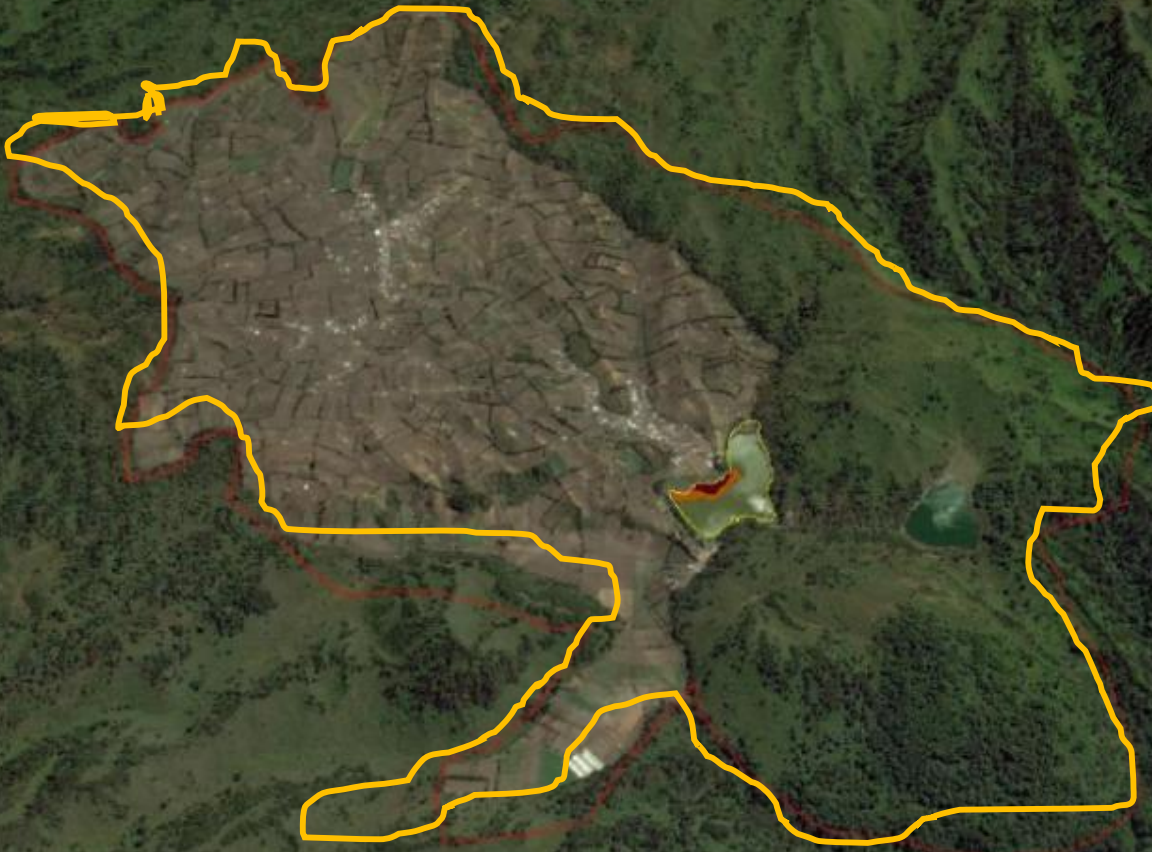
- Bertani kentang memberi keuntungan cukup besar
- Masalah hara sangat berlebih pada **P**, sedikit pada N
- Unsur K masih belum cukup
- Pemberian pupuk kandang dikombinasi dengan pupuk tunggal mungkin lebih mudah



Ranu Pani-Ranu Regulo Lake Landscape

Legend

- Ranupani-Ranuregulo Landscape
- Soil Debris 2016
- Soil Debris 2016



Keberhasilan Rehabilitasi Ranu Pani bergantung pada perbaikan kondisi lingkungan di sekitarnya (di luar kawasan Taman Nasional) baik ditinjau dari segi ekonomi, ekologi dan sosbud. Kesemuanya membutuhkan dukungan data spasial yang akurat mengenai Batasan wilayahnya, kepemilikannya, penanganannya dsb

Plot => Lanskap



Hati-hati jangan terpukau oleh Gambar Indah Sekali.....





Sampai jumpa minggu
depan

BAB 6: LAYANAN LINGKUNGAN

Manfaat Biodiversitas bagi lingkungan di tingkat lanskap:
Peran Biodiversitas dalam HIDROLOGI

Terimakasih