

**Penginderaan Jauh**

**4**

# Penginderaan Jauh

## Pendahuluan

### Konsep dasar

Bab ini akan membahas konsep dasar Penginderaan Jauh (PJ) yang akan memberi anda bekal yang cukup untuk memulai memakai data Landsat dan mengeksplorasi lebih lanjut bidang PJ. Topik utama yang akan disajikan adalah:

- Pengantar PJ
- Teknologi PJ
- Radiasi elektromagnetik
- Sensor
- Pengantar pengolahan citra

Bagi anda yang berminat untuk memperdalam lebih jauh pengetahuan di bidang ini, kami anjurkan untuk mencari berbagai pustaka yang tersedia, baik dari buku maupun bahan on-line yang memberikan bahasan yang lebih dalam dan luas mengenai PJ. Bekerja hands-on dengan software pengolahan citra tertentu mutlak diperlukan.

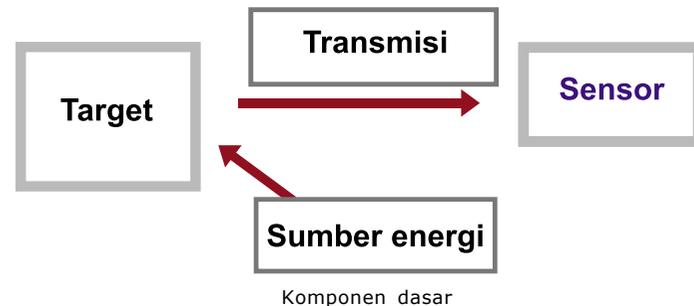
### Definisi PJ

PJ adalah "Pengambilan atau pengukuran data / informasi mengenai sifat dari sebuah fenomena, obyek atau benda dengan menggunakan sebuah alat perekam tanpa berhubungan langsung dengan bahan study." ([http://rst.gsfc.nasa.gov/Intro/Part2\\_1.html](http://rst.gsfc.nasa.gov/Intro/Part2_1.html))

### Komponen dasar

Empat komponen dasar dari sistem PJ adalah target, sumber energi, alur transmisi, dan sensor. Komponen dalam sistem ini berkerja bersama untuk mengukur dan mencatat informasi mengenai target tanpa menyentuh

obyek tersebut. Sumber energi yang menyinari atau memancarkan energi elektromagnetik pada target mutlak diperlukan. Energi berinteraksi dengan target dan sekaligus berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari target kepada sensor. Sensor adalah sebuah alat yang mengumpulkan dan mencatat radiasi elektromagnetik. Setelah dicatat, data akan dikirimkan ke stasiun penerima dan diproses menjadi format yang siap pakai, diantaranya berupa citra. Citra ini kemudian diinterpretasi untuk menyarikan informasi mengenai target. Proses interpretasi biasanya berupa gabungan antara visual dan automatic dengan bantuan computer dan perangkat lunak pengolahan citra.



### Beberapa contoh teknologi PJ

Contoh sistem PJ yang paling dikenal adalah satelit pemantauan cuaca bumi. Dalam hal ini, target adalah permukaan bumi, yang melepaskan energi dalam bentuk radiasi infrared (atau energi panas). Energi merambat melalui atmosfer dan ruang angkasa untuk mencapai sensor, yang berada pada platform satelit. Beberapa level energi kemudian dicatat, dikirimkan ke stasiun penerima di bumi, dan diubah menjadi citra yang menunjukkan perbedaan suhu pada permukaan bumi. Dengan cara yang sama, sensor cuaca yang berada pada satelit mengukur energi cahaya yang nampak dari matahari ketika

dipantulkan oleh permukaan bumi, dikirimkan melalui ruang angkasa kepada sensor, dicatat dan dikirim ke bumi untuk pemrosesan.

Bentuk lain PJ yang banyak dikenal pada skala yang jauh lebih kecil adalah teknologi citra untuk kedokteran seperti Magnetic Resonance Imaging (MRI), sonogram, dan X-Ray Imaging. Semua teknologi ini menggunakan beberapa bentuk energi untuk menghasilkan citra dari bagian dalam tubuh manusia. Berbagai macam bentuk energi yang dihasilkan dari sebuah mesin ditembakkan kepada target. Sensor kemudian mengukur bagaimana energi ini diserap, dipantulkan atau dikirimkan ke arah lain oleh target, dan hasilnya akan dikumpulkan dalam bentuk sebuah citra. Teknologi ini sangat membantu dalam hal memeriksa sistem internal dalam tubuh manusia tanpa melakukan pembedahan.

Lebih jauh lagi, PJ memungkinkan kita untuk mempelajari hal-hal di luar planet bumi. Berbagai bentuk astronomi adalah contoh dari PJ, karena target yang diteliti berada dalam jarak yang sangat jauh dari bumi sehingga kontak fisik tidak dimungkinkan. Astronomer menggunakan teleskop and alat sensor lain. Informasi dicatat dan digunakan untuk mengambil kesimpulan mengenai ruang angkasa dan alam semesta.

PJ untuk lingkungan hidup adalah penelitian mengenai interaksi antara sistem alam di bumi menggunakan teknologi PJ. Beberapa keuntungan menggunakan teknik PJ dalam hal ini adalah:

- Lebih luasnya ruang lingkup yang bisa dipelajari.
- Lebih seringnya sesuatu fenomena bisa diamati.
- Dimungkinkannya penelitian di tempat-tempat yang susah atau berbahaya untuk dijangkau manusia, seperti daerah kutub, kebakaran hutan, aktivitas gunung berapi.

## Teknologi PJ

Sebuah platform PJ dirancang sesuai dengan beberapa tujuan khusus. Tipe sensor dan kemampuannya, platform, penerima data, pengiriman dan pemrosesan harus dipilih dan dirancang sesuai dengan tujuan tersebut dan beberapa faktor lain seperti biaya, waktu dsb.

### Resolusi sensor

Rancangan dan penempatan sebuah sensor terutama ditentukan oleh karakteristik khusus dari target yang ingin dipelajari dan informasi yang diinginkan dari target tersebut. Setiap aplikasi PJ mempunyai kebutuhan khusus mengenai luas cakupan area, frekuensi pengukuran dan tipe energi yang akan dideteksi. Oleh karena itu, sebuah sensor harus mampu memberikan resolusi spasial, spectral dan temporal yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi.

**Resolusi spasial** menunjukkan level dari detail yang ditangkap oleh sensor. Semakin detail sebuah study semakin tinggi resolusi spasial yang diperlukan. Sebagai ilustrasi, pemetaan penggunaan lahan memerlukan resolusi spasial lebih tinggi daripada sistem pengamatan cuaca berskala besar.

**Resolusi spektral** menunjukkan lebar kisaran dari masing-masing band spektral yang diukur oleh sensor. Untuk mendeteksi kerusakan tanaman dibutuhkan sensor dengan kisaran band yang sempit pada bagian merah.

**Resolusi temporal** menunjukkan interval waktu antar pengukuran. Untuk memonitor perkembangan badai, diperlukan pengukuran setiap beberapa menit. Produksi tanaman membutuhkan pengukuran setiap musim, sedangkan pemetaan geologi hanya membutuhkan sekali pengukuran.

## Platform

**Ground-Based Platforms:** sensor diletakkan di atas permukaan bumi dan tidak berpindah-pindah. Sensornya biasanya sudah baku seperti pengukur suhu, angin, pH air, intensitas gempa dll. Biasanya sensor ini diletakkan di atas bangunan tinggi seperti menara.

**Aerial platforms:** biasanya diletakkan pada sayap pesawat terbang, meskipun platform airborne lain seperti balon udara, helikopter dan roket juga bisa digunakan. Digunakan untuk mengumpulkan citra yang sangat detail dari permukaan bumi dan hanya ditargetkan ke lokasi tertentu. Dimulai sejak awal 1900-an.

**Satellite Platforms:** sejak awal 1960 an sensor mulai diletakkan pada satelit yang diposisikan pada orbit bumi dan teknologinya berkembang pesat sampai sekarang. Banyak studi yang dulunya tidak mungkin menjadi mungkin.

## Komunikasi dan pengumpulan data

Pengiriman data yang dikumpulkan dari sebuah sistem RS kepada pemakai kadang-kadang harus dilakukan dengan sangat cepat. Oleh karena itu, pengiriman, penerimaan, pemrosesan dan penyebaran data dari sebuah sensor satelit harus dirancang dengan teliti untuk memenuhi kebutuhan pemakai.

Pada ground-based platforms, pengiriman menggunakan sistem komunikasi ground-based seperti radio, transmisi microwave atau computer network. Bisa juga data disimpan pada platform untuk kemudian diambil secara manual. Pada aerial Platforms, data biasanya disimpan on board dan diambil setelah pesawat mendarat. Dalam hal satellite Platforms, data dikirim ke bumi yaitu kepada sebuah stasiun penerima. Berbagai cara transmisi yang dilakukan:

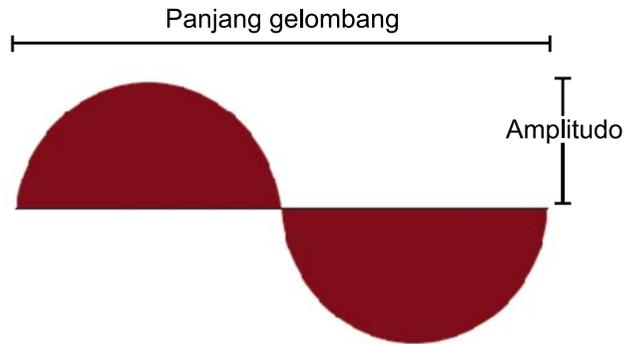
- (i) *langsung* kepada stasiun penerima yang ada dalam jangkauan,
- (ii) *disimpan on board* dan dikirimkan pada saat stasiun penerima ada dalam jangkauan,
- (iii) *terus menerus*, yaitu pengiriman ke stasiun penerima melalui komunikasi satelit berantai pada orbit bumi, atau
- (iv) *kombinasi* dari cara-cara tersebut.

Data diterima oleh stasiun penerima dalam bentuk format digital mentah. Kemudian data tersebut akan diproses untuk pengkoreksian sistematik, geometrik dan atmosferik dan dikonversi menjadi format standard. Data kemudian disimpan dalam tape, disk atau CD. Data biasanya disimpan di stasiun penerima dan pemroses, sedangkan perpustakaan lengkap dari data biasanya dikelola oleh pemerintah ataupun perusahaan komersial yang berkepentingan.

## Radasi Elektromagnetik

Berangkat dari bahasan kita di atas mengenai komponen sistem PJ, energi elektromagnetik adalah sebuah komponen utama dari kebanyakan sistem PJ untuk lingkungan hidup, yaitu sebagai medium untuk pengiriman informasi dari target kepada sensor.

Energi elektromagnetik merambat dalam gelombang dengan beberapa karakter yang bisa diukur, yaitu: panjang gelombang/wavelength, frekuensi, amplitudo/amplitude, kecepatan. Amplitudo adalah tinggi gelombang, sedangkan panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak. Frekuensi adalah jumlah gelombang yang melalui suatu titik dalam satu satuan waktu. Frekuensi tergantung dari kecepatan merambatnya gelombang. Karena kecepatan energi elektromagnetik adalah konstan (kecepatan cahaya), panjang gelombang dan frekuensi berbanding terbalik. Semakin panjang suatu gelombang, semakin rendah frekuensinya, dan semakin pendek suatu gelombang semakin tinggi frekuensinya.



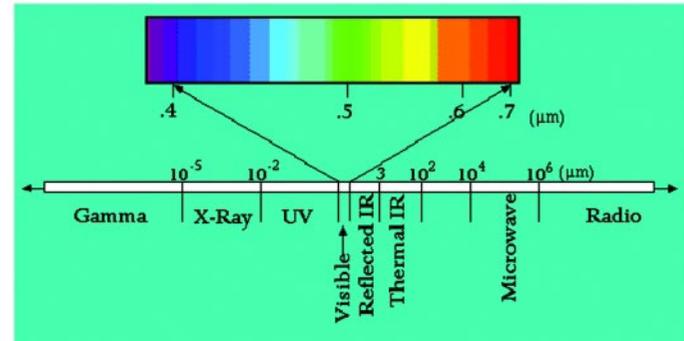
Energi elektromagnetik

Energi elektromagnetik dipancarkan, atau dilepaskan, oleh semua masa di alam semesta pada level yang berbeda-beda. Semakin tinggi level energi dalam suatu sumber energi, semakin rendah panjang gelombang dari energi yang dihasilkan, dan semakin tinggi frekuensinya. Perbedaan karakteristik energi gelombang digunakan untuk mengelompokkan energi elektromagnetik.

### **Spektrum Elektromagnetik**

Susunan semua bentuk gelombang elektromagnetik berdasarkan panjang gelombang dan frekuensinya disebut spectrum elektromagnetik.

Gambar spectrum elektromagnetik di bawah disusun berdasarkan panjang gelombang (diukur dalam satuan m) mencakup kisaran energi yang sangat rendah, dengan panjang gelombang tinggi dan frekuensi rendah, seperti gelombang radio sampai ke energi yang sangat tinggi, dengan panjang gelombang rendah dan frekuensi tinggi seperti radiasi X-ray dan Gamma Ray.



Spektrum elektromagnetik

## **Pembahasan Mengenai Kelompok Energi**

### **Radio**

Radio energi adalah bentuk level energi elektromagnetik terendah, dengan kisaran panjang gelombang dari ribuan kilometer sampai kurang dari satu meter. Penggunaan paling banyak adalah komunikasi, untuk meneliti luar angkasa dan sistem radar. Radar berguna untuk mempelajari pola cuaca, badai, membuat peta 3D permukaan bumi, mengukur curah hujan, pergerakan es di daerah kutub dan memonitor lingkungan. Panjang gelombang radar berkisar antara 0.8 – 100 cm.

### **Microwave**

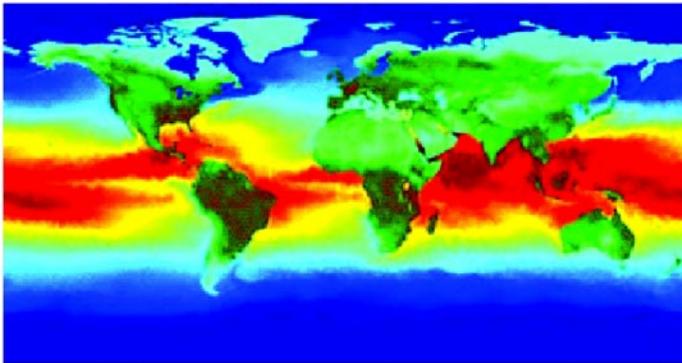
Panjang gelombang radiasi microwave berkisar antara 0.3 – 300 cm. Penggunaannya terutama dalam bidang komunikasi dan pengiriman informasi melalui ruang terbuka, memasak, dan sistem PJ aktif. Pada sistem PJ aktif, pulsa microwave ditembakkan kepada sebuah target dan refleksinya diukur untuk mempelajari karakteristik target. Sebagai contoh aplikasi adalah Tropical Rainfall Measuring Mission's (TRMM) Microwave Imager (TMI), yang mengukur radiasi microwave yang dipancarkan dari

atmosfer bumi untuk mengukur penguapan, kandungan air di awan dan intensitas hujan.

### **Infrared**

Radiasi infrared (IR) bisa dipancarkan dari sebuah obyek ataupun dipantulkan dari sebuah permukaan. Pancaran infrared dideteksi sebagai energi panas dan disebut thermal infrared. Energi yang dipantulkan hampir sama dengan energi sinar nampak dan disebut dengan reflected IR atau near IR karena posisinya pada spektrum elektromagnetik berada di dekat sinar nampak. Panjang gelombang radiasi infrared berkisar antara 0.7 – 300  $\mu\text{m}$ , dengan spesifikasi: near IR atau reflected IR: 0.7 – 3  $\mu\text{m}$ , dan thermal IR: 3 – 15  $\mu\text{m}$

Untuk aplikasi PJ untuk lingkungan hidup menggunakan citra Landsat, Reflected IR pada band 4 (near IR), band 5, 7 (Mid IR) dan thermal IR pada band 6, merupakan karakteristik utama untuk interpretasi citra. Sebagai contoh, gambar berikut menunjukkan suhu permukaan laut global (dengan thermal IR) dan sebaran vegetasi (dengan near IR).



Infrared

### **Visible**

Posisi sinar nampak pada spectrum elektromagnetik adalah di tengah. Tipe energi ini bisa dideteksi oleh mata manusia, film dan detektor elektronik. Panjang gelombang berkisar antara 0.4 to 0.7  $\mu\text{m}$ . Perbedaan panjang gelombang dalam kisaran ini dideteksi oleh mata manusia dan oleh otak diterjemahkan menjadi warna. Di bawah adalah contoh komposit dari citra Landsat 7.



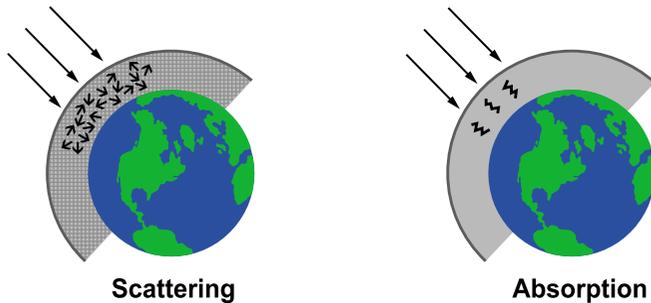
Citra landsat komposit

### **Ultraviolet, X-Ray, Gamma Ray**

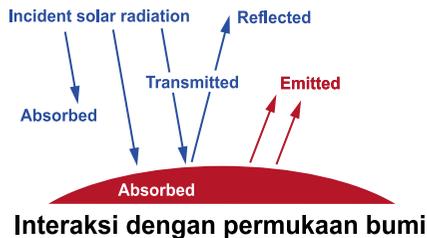
Radiasi ultraviolet, X-Ray dan Gamma Ray berada dalam urutan paling kiri pada spectrum elektromagnetik. Tipe radiasinya berasosiasi dengan energi tinggi, seperti pembentukan bintang, reaksi nuklir, ledakan bintang. Panjang gelombang radiasi ultraviolet berkisar antara 3 nm-0.4  $\mu\text{m}$ , sedangkan X-Ray 0.03 – 3 nm, dan Gamma ray < 0.003nm. Radiasi UV bisa dideteksi oleh film dan detektor elektronik, sedangkan X-ray dan Gamma-ray diserap sepenuhnya oleh atmosfer, sehingga tidak bisa diukur dengan PJ.

## Interaksi Energi

Gelombang elektromagnetik (EM) yang dihasilkan matahari dipancarkan (*radiated*) dan masuk ke dalam atmosfer bumi. Interaksi antara radiasi dengan partikel atmosfer bisa berupa penyerapan (*absorption*), pemencaran (*scattering*) atau pemantulan kembali (*reflectance*). Sebagian besar radiasi dengan energi tinggi diserap oleh atmosfer dan tidak pernah mencapai permukaan bumi. Bagian energi yang bisa menembus atmosfer adalah yang '*transmitted*'. Semua masa dengan suhu lebih tinggi dari 0 Kelvin (-273 C) mengeluarkan (*emit*) radiasi EM.



### Interaksi dengan atmosfer



### Interaksi dengan permukaan bumi

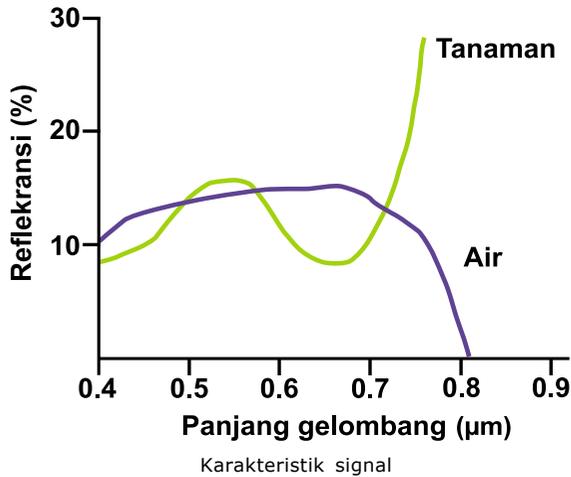
Interaksi energi

## Sensor

Radiometer adalah alat pengukur level energi dalam kisaran panjang gelombang tertentu, yang disebut channel. PJ multispectral menggunakan sebuah radiometer yang berupa deretan dari banyak sensor, yang masing masing peka terhadap sebuah channel atau band dari panjang gelombang tertentu. Data spectral yang dihasilkan dari suatu target berada dalam kisaran level energi yang ditentukan.

Radiometer yang dibawa oleh pesawat terbang atau satelit mengamati bumi dan mengukur level radiasi yang dipantulkan atau dipancarkan dari benda-benda yang ada di permukaan bumi atau pada atmosfer. Karena masing masing jenis permukaan bumi dan tipe partikel pada atmosfer mempunyai karakteristik spectral yang khusus (atau spectral signature) maka data ini bisa dipakai untuk menyediakan informasi mengenai sifat target. Pada permukaan yang rata, hampir semua energi dipantulkan dari permukaan pada suatu arah, sedangkan pada permukaan kasar, energi dipantulkan hampir merata ke semua arah.

Pada umumnya permukaan bumi berkisar diantara ke dua ekstrim tersebut, tergantung pada kekasaran permukaan. Contoh yang lebih spesifik adalah pemantulan radiasi EM dari daun dan air. Sifat klorofil adalah menyerap sebagian besar radiasi dengan panjang gelombang merah dan biru dan memantulkan panjang gelombang hijau dan near IR. Sedangkan air menyerap radiasi dengan panjang gelombang nampak tinggi dan near IR lebih banyak daripada radiasi nampak dengan panjang gelombang pendek (biru).



Pengetahuan mengenai perbedaan spectral signature dari berbagai bentuk di permukaan bumi memungkinkan kita untuk menginterpretasi citra. Tabel di sebelah kanan sangat berguna dalam menginterpretasi vegetasi dari citra Landsat TM.

Ada dua tipe deteksi yang dilakukan oleh sensor: deteksi pasif dan aktif. Banyak bentuk PJ yang menggunakan deteksi pasif, dimana sensor mengukur level energi yang secara alami dipancarkan, dipantulkan, atau dikirimkan oleh target. Sensor ini hanya bisa bekerja apabila terdapat sumber energi yang alami, pada umumnya sumber radiasi adalah matahari, sedangkan pada malam hari atau apabila permukaan bumi tertutup awan, debu, asap dan partikel atmosfer lain, pengambilan data dengan cara deteksi pasif tidak bisa dilakukan dengan baik. Contoh sensor pasif yang paling dikenal adalah sensor utama pada satelit Landsat, Thematic Mapper, yang mempunyai 7 band atau channel.

Sedangkan pada deteksi aktif, PJ menyediakan sendiri sumber energi untuk menyinari target dan menggunakan

Band 1 (0.45-0.52 m; biru) - berguna untuk membedakan kejernihan air dan juga membedakan antara tanah dengan tanaman.

Band 2 (0.52-0.60 m; hijau) - berguna untuk mendeteksi tanaman.

Band 3 (0.63-0.69 m; merah) - band yang paling berguna untuk membedakan tipe tanaman, lebih daripada band 1 dan 2.

Band 4 (0.76-0.90 m; reflected IR) - berguna untuk meneliti biomas tanaman, dan juga membedakan batas tanah-tanaman dan daratan-air.

Band 5 (1.55-1.75 m; reflected IR) - menunjukkan kandungan air tanaman dan tanah, berguna untuk membedakan tipe tanaman dan kesehatan tanaman. Juga digunakan untuk membedakan antara awan, salju dan es.

Band 7 (2.08-2.35 m; reflected IR) - berhubungan dengan mineral; rasion antara band 5 dan 7 berguna untuk mendeteksi batuan dan deposit mineral.

Band 6 (10.4-12.5 m; thermal IR) - berguna untuk mencari lokasi kegiatan geothermal, mengukur tingkat stress tanaman, kebakaran, dan kelembaban tanah.

Sumber: Sabins 1986:86; Jensen 1986:34

sensor untuk mengukur refleksi energi oleh target dengan menghitung sudut refleksi atau waktu yang diperlukan untuk mengembalikan energi. Keuntungan menggunakan deteksi pasif adalah pengukuran bisa dilakukan kapan saja. Akan tetapi sistem aktif ini memerlukan energi yang cukup

besar untuk menyinari target. Sebagai contoh adalah radar Dopler, sebuah sistem ground-based, radar presipitasi pada satellite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM), yang merupakan spaceborne pertama yang menghasilkan peta 3-D dari struktur badai.

## Pengantar Pengolahan Citra

Berikut akan disampaikan dengan singkat pengantar pengolahan citra, yang terdiri dari pengenalan terminologi dasar bagi pengolahan citra serta konsep dari beberapa langkah yang paling umum dilalui dalam pengolahan citra. Setelah data dikumpulkan dan dikirimkan ke stasiun penerima, data tersebut harus diproses dan diubah ke dalam format yang bisa diinterpretasi oleh peneliti. Untuk itu data harus diproses, ditajamkan dan dimanipulasi. Teknik-teknik tersebut disebut pengolahan citra.

### Mengubah data menjadi citra

Data citra satelit dikirim ke stasiun penerima dalam bentuk format digital mentah merupakan sekumpulan data numerik. Unit terkecil dari data digital adalah **bit**, yaitu **angka biner**, 0 atau 1. Kumpulan dari data sejumlah 8 bit data adalah sebuah unit data yang disebut **byte**, dengan nilai dari 0 – 255. Dalam hal citra digital nilai level energi dituliskan dalam satuan byte. Kumpulan byte ini dengan struktur tertentu bisa dibaca oleh software dan disebut citra digital **8-bit**.

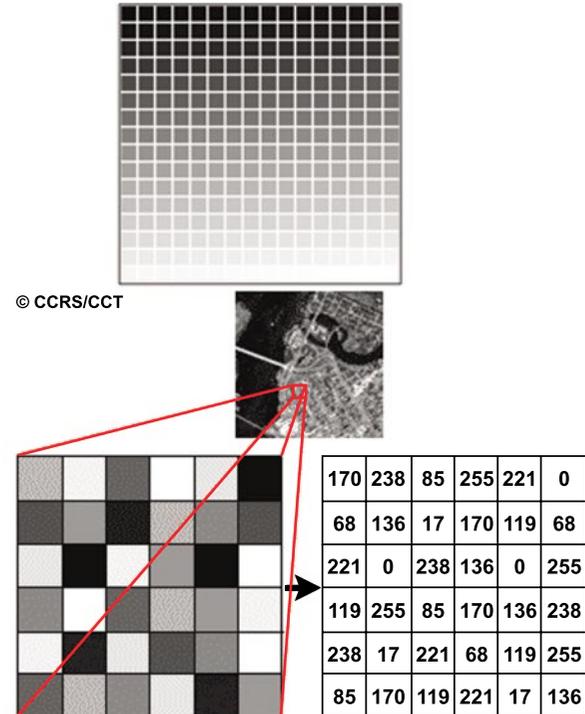
### Karakteristik citra

#### Pixel

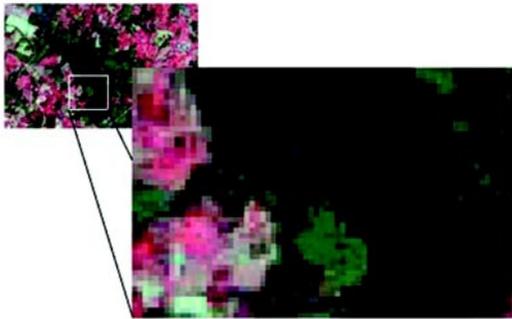
(picture element) adalah sebuah titik yang merupakan elemen paling kecil pada citra satelit. Angka numerik (1 byte) dari pixel disebut **digital number (DN)**. DN bisa ditampilkan dalam warna kelabu, berkisar antara putih dan hitam (**gray scale**), tergantung level energi yang

terdeteksi. Pixel yang disusun dalam order yang benar akan membentuk sebuah citra.

Kebanyakan citra satelit yang belum diproses disimpan dalam bentuk **gray scale**, yang merupakan skala warna dari hitam ke putih dengan derajat keabuan yang bervariasi. Untuk PJ, skala yang dipakai adalah 256 shade gray scale, dimana nilai 0 menggambarkan hitam, nilai 255 putih. Dua gambar di bawah ini menunjukkan derajat keabuan dan hubungan antara DN dan derajat keabuan yang menyusun sebuah citra.



Untuk citra multispectral, masing masing pixel mempunyai beberapa DN, sesuai dengan jumlah band yang dimiliki. Sebagai contoh, untuk Landsat 7, masing-masing pixel mempunyai 7 DN dari 7 band yang dimiliki. Citra bisa ditampilkan untuk masing-masing band dalam bentuk hitam dan putih maupun kombinasi 3 band sekaligus, yang disebut **color composites**. Gambar di bawah ini menunjukkan composite dari beberapa band dari potongan Landat 7 dan pixel yang menyusunnya.



### **Contrast**

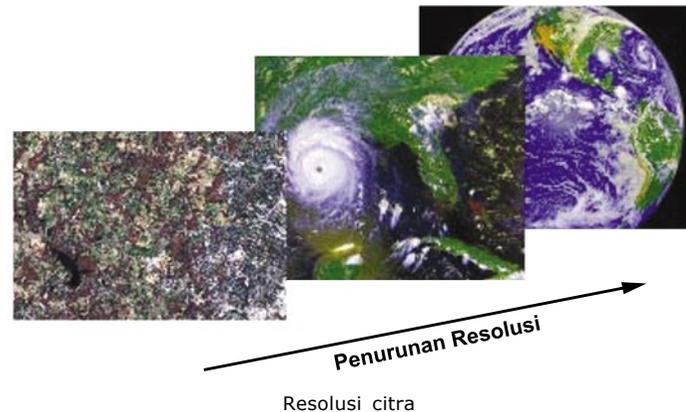
Contrast adalah perbedaan antara brightness relatif antara sebuah benda dengan sekelilingnya pada citra. Sebuah bentuk tertentu mudah terdeteksi apabila pada sebuah citra contrast antara bentuk tersebut dengan background-nya tinggi. Teknik pengolahan citra bisa dipakai untuk mempertajam contrast.

Citra, sebagai dataset, bisa dimanipulasi menggunakan **algorithm** (persamaan matematis). Manipulasi bisa merupakan pengkoreksian error, pemetaan kembali data terhadap suatu referensi geografi tertentu, ataupun mengekstrak informasi yang tidak langsung terlihat dari data. Data dari dua citra atau lebih pada lokasi yang sama bisa dikombinasikan secara matematis untuk membuat

**composite** dari beberapa dataset. Produk data ini, disebut **derived products**, bisa dihasilkan dengan beberapa penghitungan matematis atas data numerik mentah (DN).

### **Resolusi**

Resolusi dari sebuah citra adalah karakteristik yang menunjukkan level kedetailan yang dimiliki oleh sebuah citra. Resolusi didefinisikan sebagai area dari permukaan bumi yang diwakili oleh sebuah pixel sebagai elemen terkecil dari sebuah citra. Pada citra satelit pemantau cuaca yang mempunyai resolusi 1 km, masing-masing pixel mewakili rata-rata nilai brightness dari sebuah area berukuran 1x1 km. Bentuk yang lebih kecil dari 1 km susah dikenali melalui image dengan resolusi 1 km. Landsat 7 menghasilkan citra dengan resolusi 30 meter, sehingga jauh lebih banyak detail yang bisa dilihat dibandingkan pada citra satelit dengan resolusi 1 km. Resolusi adalah hal penting yang perlu dipertimbangkan dalam rangka pemilihan citra yang akan digunakan terutama dalam hal aplikasi, waktu, biaya, ketersediaan citra dan fasilitas komputasi. Gambar berikut menunjukkan perbandingan dari 3 resolusi citra yang berbeda.



Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas citra dalam hal hambatan-hambatan untuk melakukan interpretasi dan klasifikasi yang diperlukan. Beberapa faktor penting, terutama untuk aplikasi kehutanan tropis adalah:

- Tutupan awan. Terutama untuk sensor pasif, awan bisa menutupi bentuk-bentuk yang berada di bawah atau di dekatnya, sehingga interpretasi tidak dimungkinkan, Masalah ini sangat sering dijumpai di daerah tropis, dan mungkin diatasi dengan mengkombinasikan citra dari sensor pasif (misalnya Landsat) dengan citra dari sensor aktif (misalnya Radarsat) untuk keduanya saling melengkapi.
- Bayangan topografis. Metode pengkoreksian yang ada untuk menghilangkan pengaruh topografi pada radiometri belum terlalu maju perkembangannya.
- Pengaruh atmosferik. Pengaruh atmosferik, terutama ozon, uap air dan aerosol sangat mengganggu pada band nampak dan infrared. Penelitian akademis untuk mengatasi hal ini masih aktif dilakukan.
- Derajat kedetailan dari peta tutupan lahan yang ingin dihasilkan. Semakin detail peta yang ingin dihasilkan, semakin rendah akurasi dari klasifikasi. Hal ini salah satunya bisa diperbaiki dengan adanya resolusi spectral dan spasial dari citra komersial yang tersedia.

Setelah citra dipilih dan diperoleh, langkah-langkah pemrosesan tidak terlalu tergantung sistem sensor dan juga software pengolahan citra yang dipakai. Berikut ini akan kami sampaikan dengan singkat beberapa langkah yang umum dilakukan, akan tetapi detail dari teknik dan ketrampilan menggunakan hanya bisa diperoleh dengan praktek langsung dengan menggunakan sebuah citra dan software pengolahan citra tertentu.

Langkah-langkah dalam pengolahan citra:

- Mengukur kualitas data dengan descriptive statistics atau dengan tampilan citra.

- Mengkoreksi kesalahan, baik radiometric (atmospheric atau sensor) maupun geometric.
- Menajamkan citra baik untuk analisa digital maupun visual.
- Melakukan survei lapangan.
- Mengambil sifat tertentu dari citra dengan proses klasifikasi dan pengukuran akurasi dari hasil klasifikasi.
- Memasukkan hasil olahan ke dalam SIG sebagai input data.
- Menginterpretasikan hasil.

Mengamati citra pada layar adalah proses yang paling efektif dalam mengidentifikasi masalah yang ada pada citra, misalnya tutupan awan, kabut, dan kesalahan sensor. Citra bisa ditampilkan oleh sebuah komputer, baik per satu band dalam hitam dan putih maupun dalam kombinasi tiga band, yang disebut komposit warna. Mata manusia hanya bisa membedakan 16 derajat keabuan dalam sebuah citra, tetapi bisa membedakan berjuta-juta warna yang berbeda. Oleh karena itu, teknik perbaikan/*enhancement* citra yang paling sering digunakan adalah memberi warna tertentu kepada nilai DN tertentu (atau kisaran dari DN tertentu)

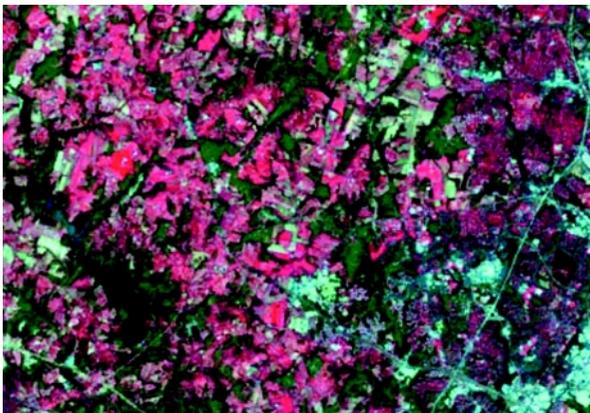


Citra true color dari landsat 7

sehingga meningkatkan kontras antara nilai DN tertentu dengan pixel di sekelilingnya pada suatu citra.

Sebuah citra *true color* adalah citra dimana warna yang diberikan kepada nilai-nilai DN mewakili kisaran spektral sebenarnya dari warna-warna yang digunakan pada citra. Contoh dari sebuah citra true color seperti terlihat di halaman 99.

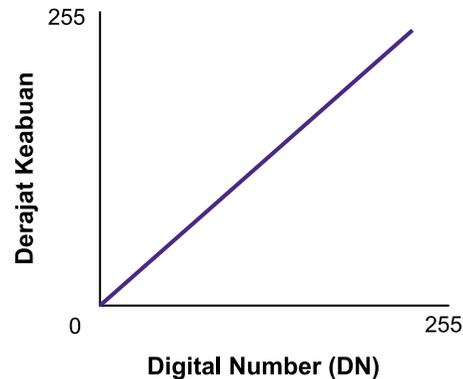
False color adalah teknik dimana warna-warna yang diberikan kepada DN tidak sama dengan kisaran spektral dari warna-warna yang dipilih. Teknik ini memungkinkan kita untuk memberi penekanan pada bentuk-bentuk tertentu yang ingin kita pelajari menggunakan skema pewarnaan tertentu. Pada contoh dari false color di bawah ini yang dibuat dengan komposit 432 dari citra Landsat 7, vegetasi muda, yang memantulkan near IR, terlihat merah terang. Kegiatan pertanian yang terkonsentrasi akan mudah dideteksi dengan adanya warna merah terang.



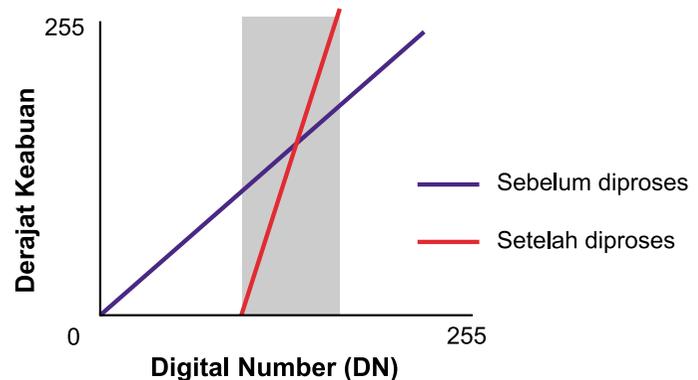
Citra false color

Kalau kita buat plot antara DN dan derajat keabuan untuk setiap pixel, garis yang terbentuk menggambarkan bentuk

hubungan antara keduanya. Hubungan linier (seperti contoh di bawah ini) menunjukkan bahwa DN dan juga keabuan tersebar merata dalam kisaran nilai 0-255 pada citra.



Permasalahan dengan hubungan linier seperti ini adalah bahwa nilai DN dari bentuk-bentuk yang ingin kita tonjolkkan mungkin terkonsentrasi pada kisaran kecil, sehingga derajat keabuan yang diberikan kepada nilai DN di luar daerah yang ingin kita tonjolkkan sebenarnya tidak terpakai. Untuk memperbaiki kontras dari bagian citra yang kita



inginkan kita bisa memakai kurva perbaikan yang didefinisikan secara matematis. Kurva ini akan menyebarkan ulang nilai derajat keabuan yang paling sering dipakai sehingga menonjolkan kisaran DN tertentu.

Pemakaian kurva untuk menonjolkan bentuk tertentu dan juga pemilihan 3 band dari sebuah citra multispektral untuk dikombinasikan dalam sebuah citra komposit memerlukan pengalaman dan 'trial and error', karena setiap aplikasi perlu menekankan bentuk yang berbeda dalam sebuah citra.

Sebelum sebuah citra bisa dianalisa, biasanya diperlukan beberapa langkah pemrosesan awal. Koreksi radiometric adalah salah satu dari langkah awal ini, dimana efek kesalahan sensor dan faktor lingkungan dihilangkan. Biasanya koreksi ini mengubah nilai DN yang terkena efek atmosferik. Data tambahan yang dikumpulkan pada waktu yang bersamaan dengan diambilnya citra bisa dipakai sebagai alat kalibrasi dalam melakukan koreksi radiometric. Selain itu koreksi geometric juga sangat penting dalam langkah awal pemrosesan. Metode ini mengkoreksi kesalahan yang disebabkan oleh geometri dari kelengkungan permukaan bumi dan pergerakan satelit. Koreksi geometric adalah proses dimana titik-titik pada citra diletakkan pada titik-titik yang sama pada peta atau citra lain yang sudah dikoreksi. Tujuan dari koreksi geometri adalah untuk meletakkan elemen citra pada posisi planimetric (x dan y) yang seharusnya.

Satu langkah pemrosesan penting yang paling sering dilakukan pada pengolahan citra adalah klasifikasi, dimana sekumpulan pixel dikelompokkan menjadi kelas-kelas berdasarkan karakteristik tertentu dari masing-masing kelas. Terutama untuk proses klasifikasi, survei lapangan sangat diperlukan. Pada umumnya hasil klasifikasi inilah yang akan menjadi input yang sangat berharga bagi SIG

untuk diolah dan diinterpretasi bersama layer-layer data yang lain.

## Analisa Citra

Pengolahan citra PJ akan diperkenalkan dengan menggunakan Image Analysis (IA) yang merupakan sebuah ekstension ArcView yang dibuat oleh ERDAS (developer dari perangkat lunak pengolahan citra PJ yang banyak dipakai). Hasil pengolahan citra PJ nantinya bisa dianalisa bersama sama dengan data SIG lain menggunakan ekstension Spatial Analyst seperti dibahas pada bab sebelumnya. Perlu diingat bahwa IA bukan merupakan sebuah perangkat lunak yang dirancang khusus untuk pengolahan citra melainkan hanya untuk memudahkan pengolahan citra sederhana dengan menggunakan platform ArcView. Untuk pengolahan citra lanjutan, pembaca disarankan untuk memakai dan menggunakan perangkat lunak yang khusus dirancang untuk hal tersebut.

Adapun hal-hal yang bisa dikerjakan oleh IA diantaranya adalah:

- Mengimpor citra (dalam bentuk data raster) untuk digunakan dalam ArcView.
- Mengklasifikasi sebuah citra menjadi beberapa kelas tipe penutupan lahan seperti vegetasi dll.
- Mempelajari beberapa citra dari periode pengambilan yang berbeda untuk menentukan area yang mengalami perubahan.
- Mencari daerah dengan tingkat kerapatan vegetasi tertentu dari sebuah citra.
- Menajamkan kenampakan sebuah citra dengan cara menyesuaikan kontras dan tingkat kecerahan atau dengan merentangkan histogram.
- Merektifikasi sebuah citra terhadap sebuah peta acuan supaya posisi koordinat lebih akurat.

Kita hanya akan membahas sebagian dari kapasitas IA, yaitu:

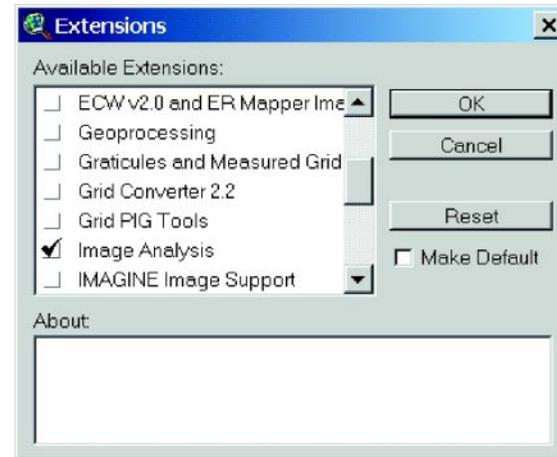
- visualisasi citra
- rektifikasi citra
- pencarian daerah dengan karakter yang sama pada citra
- analisa perubahan pada beberapa citra dari periode yang berbeda
- mosaic beberapa citra dari area yang berbeda.

### Memperbaiki kenampakan sebuah citra

Seperti dibahas sebelumnya, apabila sebuah citra ditampilkan berdasarkan hubungan linier antara digital number dengan derajat keabuan (untuk hitam putih) atau nilai display (apabila kita memakai pewarnaan), citra tersebut mungkin akan tampak terlalu terang atau terlalu gelap sehingga sulit untuk dianalisa. Hal ini bisa diperbaiki dengan mengubah hubungan linier tersebut. IA mempunyai cara yang agak berbeda dalam menggambarkan kurva hubungan antara digital number dengan nilai display dari yang dipaparkan di atas, yaitu dengan menggunakan histogram. Dalam hal ini axis x menggambarkan digital number dan nilai display sekaligus, sedangkan axis y menggambarkan frekuensi dari munculnya masing-masing digital number pada citra. Pada awalnya, dengan hubungan linier antara digital number dan nilai display, histogram antara keduanya berhimpit. Kemudian apabila kita mengubah hubungan ini, histogram dari nilai display akan berubah, sehingga keduanya tidak lagi berhimpit. Praktek yang paling sering dilakukan untuk memperbaiki tampilan citra adalah dengan merentangkan histogram nilai display. Sebagai contoh kita akan melakukan **Histogram Equalization**, yaitu mendistribusikan nilai display sehingga frekuensinya kira-kira sama pada citra.

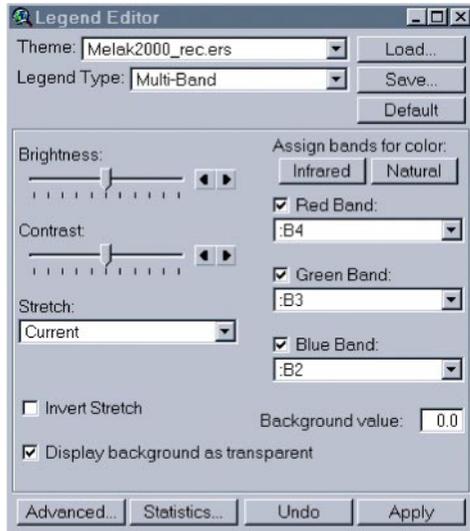
Langkah-langkah yang diambil:

- Aktifkan perangkat lunak ArcView. Dari menu utama pilih **File** diikuti dengan **Extension**, klik **Image Analysis** diikuti dengan **OK**.

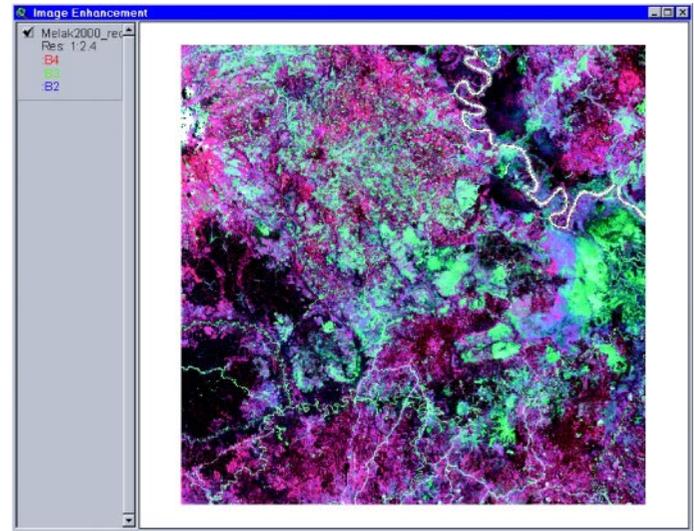


- Lanjutkan dengan membuka view baru, dan tekan tombol **Add Theme**. Supaya bisa menggunakan fasilitas pada IA, file harus dibaca sebagai file IA. Caranya, pada kotak dialog **Add Theme**, pada list **Data Source Types**, pilih **Image Analysis Data Source**. Buka file `\Training\Data_Citra\Melak2000_rec.ers` (ers sebagai ekstension file menandakan bahwa file tersebut merupakan file yang dihasilkan oleh perangkat lunak ER Mapper, yang merupakan salah satu dari banyak format yang bisa dibuka oleh IA) dari CD anda dan klik **OK**. Akan muncul kotak dialog yang menanyakan apakah anda ingin IA menghitung **pyramid layers** untuk citra tersebut. Anda tidak harus menjawab YES, akan tetapi pyramid layer ini akan sangat berguna dalam mempercepat proses pergantian layer apabila citra yang ditampilkan berukuran besar dan anda banyak melakukan zoom in dan zoom out serta menggeser citra. Untuk latihan ini anda bisa menjawab NO karena citra yang dipakai berukuran cukup kecil.
- Citra Melak2000\_rec akan muncul pada layar. Aktifkan theme tersebut, kemudian klik dua kali sampai muncul

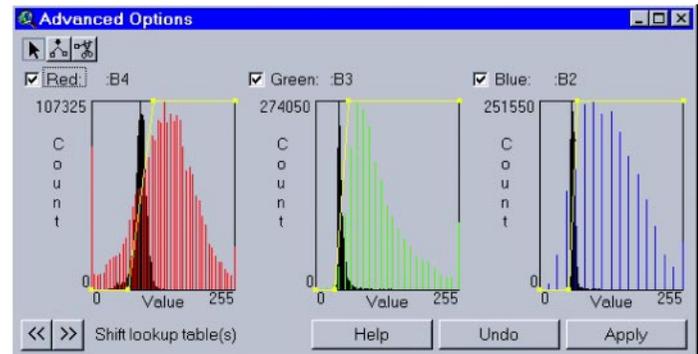
window kecil **Legend Editor**, lalu klik tombol **Infrared** untuk memilih kombinasi RGB pada band 432 (false color composite). Klik tombol **Advanced** di bagian bawah Legend Editor. Akan muncul histogram untuk masing- masing warna. Sebagai contoh, perhatikan histogram paling kiri untuk warna merah. Dalam hal ini kita melihat dua histogram yaitu histogram yang berwarna hitam untuk digital number dan warna merah untuk nilai display. Perhatikan bahwa nilai display jauh lebih menyebar dibandingkan display number. Dalam IA, sebelum kita melakukan transformasi histogram, default penajaman tampilan yang dilakukan oleh IA adalah dengan menggunakan stretch **Standard Deviations** dengan jumlah standard deviation sama dengan dua. Dengan *stretch in*, nilai display dari digital number yang besarnya lebih atau kurang dari mean ditambah atau dikurangi 2 kali standard deviasi akan menjadi 255 atau 0.



Dialog untuk mengatur prosedur stretching dan tampilan citra

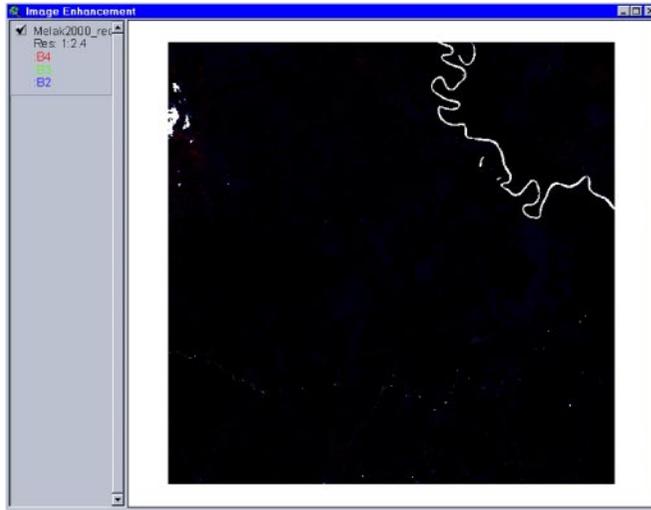


Tampilan citra dengan false color composite dan stretch *Standard Deviation* yang merupakan default dari IA

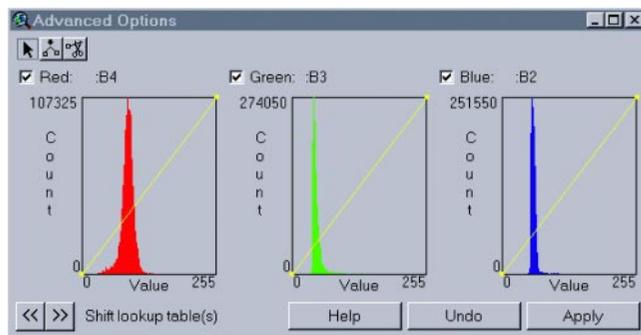


Histogram dari digital number dan display number citra Landsat dan hasil stretch *Standard Deviation*

- Anda bisa memilih cara perentangan yang lain. Dari **Legend Editor**, klik pada daftar pilihan **Stretch** dan pilihlah **None**, kemudian klik **Apply**. Perhatikan tampilan



Tampilan citra dengan false color composite tanpa menggunakan histogram stretch

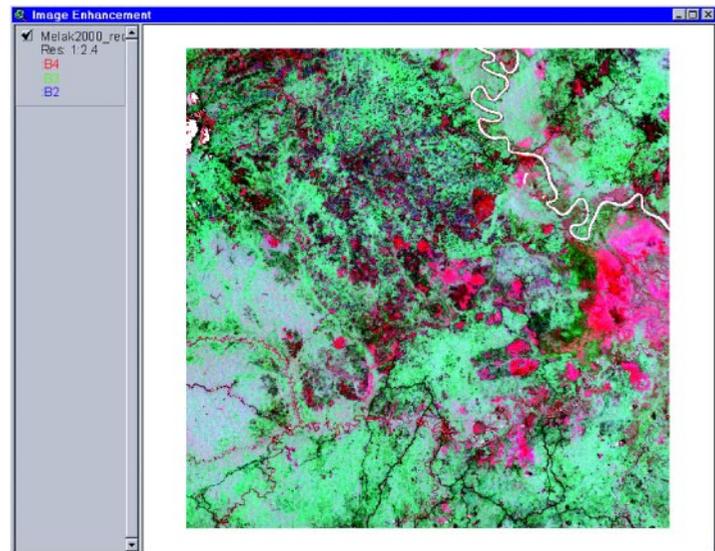


Histogram dari digital number dan display number citra Landsat tanpa stretch

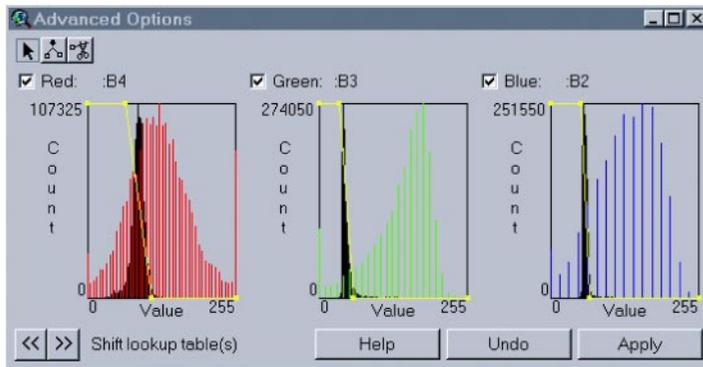
- citra sekarang dan juga histogram yang berhimpit untuk mempelajari bagaimana perentangan histogram nilai display ini memberikan efek kepada tampilan citra.
- Cobalah bereksplorasi dengan **Histogram Equalize**. Perhatikan tampilan citra dan histogram baru yang menunjukkan distribusi nilai display yang lebih merata.

Apabila kita menginginkan kecerahan terbalik, kita bisa menggunakan **Invert Stretch**. Areal yang tadinya tampak cerah akan menjadi gelap dan sebaliknya.

- Kembalikan tampilan dengan stretch **Standard Deviation**.
- Pada Legend Editor dialog, aktifkan **Invert Stretch**. Kemudian klik **Apply**.



Tampilan citra dengan false color composite dengan **Invert Stretch** dari **Standard Deviation**



Histogram dari digital number dan display number citra Landsat dengan *Invert Stretch* dari *Standard Deviation*

- Perhatikan perubahan pada citra dan histogram. Anda bisa mengklik Undo pada Advanced dialog untuk mengembalikan display citra seperti sebelumnya. Tekan Close untuk menutup Legend Editor dialog.

### Mengelompokkan area dengan karakter yang sama

IA dapat dengan cepat mengidentifikasi daerah dengan karakteristik yang sama dari sebuah citra dengan menggunakan fasilitas **Seed tool**. Fasilitas ini sangat berguna untuk proses identifikasi cepat seperti bekas kebakaran hutan, atau daerah terbuka. Polygon hasil proses identifikasi ini dapat langsung disimpan ke dalam format shapefile ArcView. Perlu diingat bahwa fasilitas ini bukanlah pengganti klasifikasi otomatis pada pengolahan citra, tetapi lebih merupakan alternatif dari digitasi secara manual pada layar monitor yang berketelitian sangat rendah.

- Aktifkan theme Melak2000.ers di dalam View.
- Zoom daerah yang diinginkan, misalnya hutan rawa seberang Melak.

- Dari menu Image Analysis, pilih **Seed Tool Properties**.
- Di dalam kotak isian **Seed Radius**, ketikkan 5 pixels, kemudian pastikan kotak **Include Islands Polygon** tidak terpilih. Seed Radius menentukan jumlah pixel di sekeliling pixel target.
- Klik **OK** dalam dialog **Seed Tool Properties**.
- Klik ikon  yang ada pada menu utama kemudian klik di tengah-tengah daerah yang diinginkan. **Seed Tool** akan bekerja beberapa saat untuk membuat polygon yang mencakup pixel-pixel dengan karakter yang serupa dengan pixel seed.



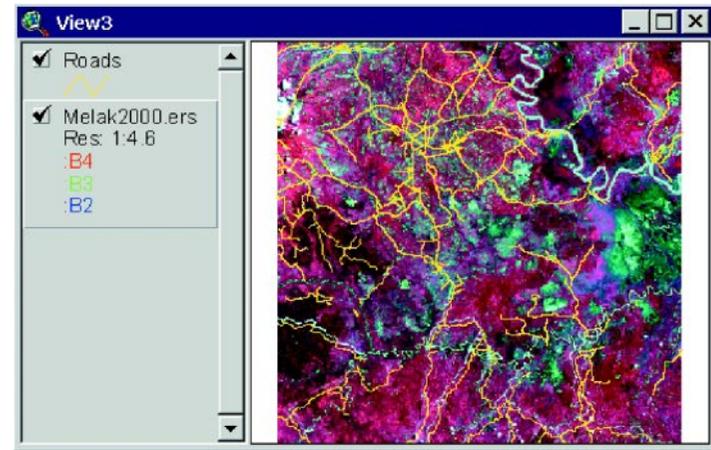
Hasil identifikasi area dengan karakter yang sama

### Merektifikasi citra menggunakan data vektor

Merektifikasi citra menggunakan peta vektor sebagai acuan sangat penting untuk mendapatkan akurasi koordinat geografis yang tinggi, sehingga memungkinkan overlay antara citra dan peta

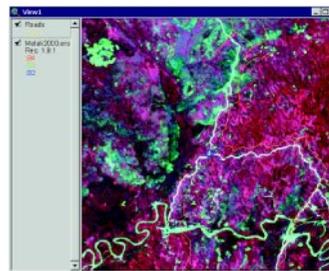
vektor untuk keperluan analisa. Hal ini juga disebut sebagai koreksi geometrik. IA memberikan suatu fasilitas yang cepat dan mudah untuk melakukan hal tersebut akan tetapi untuk keperluan rektifikasi yang lebih akurat lebih baik gunakan perangkat lunak lain yang khusus dirancang untuk mengolah citra digital. Kita akan mempelajari cara merektifikasi citra dengan menggunakan **Align tool**.

- Buka file citra dari \Training\Data\_Citra\Melak2000.ers dan file vektor jalan pada direktori \Training\Data\_Citra\roads. Jangan lupa untuk mengubah pilihan **Data Source Types** menjadi **Feature Data Source** pada kotak dialog **Add Theme** untuk membuka data vektor dalam bentuk shape maupun ARC INFO. Apabila anda tidak mengubah pilihan ini, file dengan format shape dan ARC INFO tidak akan muncul pada daftar.
- Klik tombol **Zoom to Full Extent**. View akan terlihat seperti layar kosong, meskipun ada 2 theme yang aktif. Hal ini disebabkan oleh sistem koordinat yang berbeda antara theme roads yaitu peta vektor, dengan sistem koordinat UTM Zone 50S dan Datum WGS84, dan theme Melak2000.ers (citra yang belum mempunyai sistem koordinat).
- Klik ikon  yang menandakan **Align tool**. Maka View akan berubah dan menampilkan baik citra maupun vektor pada sistem koordinat vektor. Ini menandakan bahwa IA telah berusaha menyatukan kedua data tersebut akan tetapi apabila anda melihat dengan teliti View anda, akan terlihat bahwa hasil pekerjaan IA belum sempurna. Lihat misalnya pada bagian bawah View, garis jalan pada citra (berwarna hijau) dan garis jalan pada vektor (berwarna kuning) belum berhimpit. Untuk itu kita harus memperbaikinya dengan cara menghimpitkan beberapa titik control yang menyebar di kedua peta tersebut.

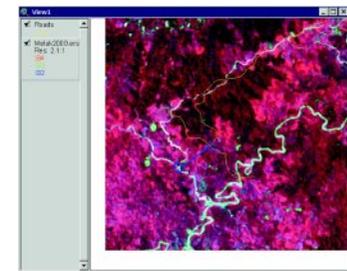


Overlay antara data citra Landsat dan vektor jalan

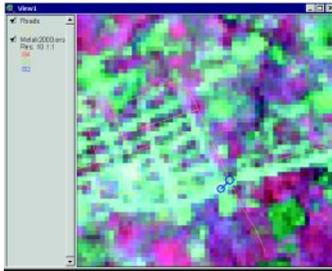
- Buat titik kontrol pertama antara citra dan vektor yaitu dengan cara men-zoom in citra di daerah persimpangan jalan Damai – Samarinda, dan klik .
- Pindahkan posisi kursor dari persimpangan jalan pada citra ke persimpangan jalan pada vector. Ulangi langkah tersebut untuk titik kontrol kedua dan seterusnya seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Titik kontrol 1  
(Damai-Samarinda)



Titik kontrol 2  
(Muara Nilik)



Titik kontrol 3  
(Linggang Bigung)



Titik kontrol 4  
(HTI Inhutani I, S.lotoq)

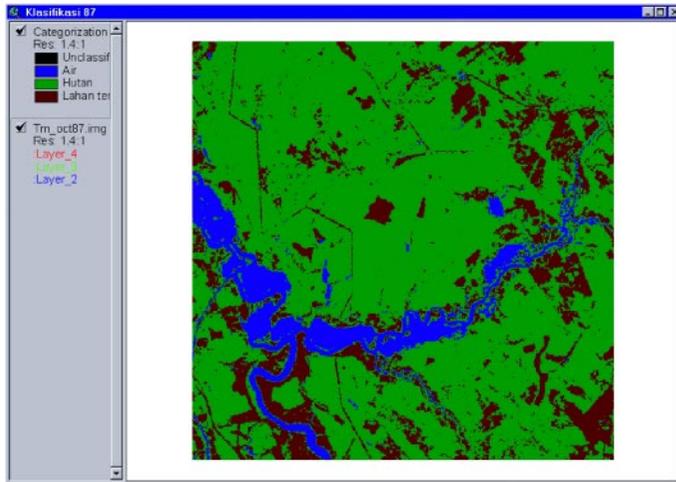
- Setelah rektifikasi titik kontrol 4 selesai, periksa kembali secara visual pada skala penampilan yang besar apakah titik-titik yang seharusnya berada pada lokasi yang sama antara citra dan vektor sudah berhimpit. Jika belum, tambahkan titik kontrol kelima dan seterusnya sampai citra terekstifikasi oleh vektor.
- Untuk menyimpan hasil rektifikasi sebagai file baru, klik menu utama **Theme**, kemudian pilih **Save Image As ....** Akan muncul pertanyaan **Do you wish to save the control point links in a shape file?** Klik **Yes** untuk menyimpan titik kontrol ke dalam format shape file.
- Simpan file baru citra hasil rektifikasi dengan nama \Training\Data\_Citra\Melak2000rec.img.

### Membuat klasifikasi citra

IA menyediakan fasilitas klasifikasi tak terbimbing (unsupervised classification) untuk mengkategorikan sebuah citra kontinyu menjadi klas tematik yang berguna. Anda harus menentukan jumlah kelas yang diinginkan. IA kemudian akan melakukan proses penghitungan yang menempatkan masing-masing pixel ke dalam kelas yang sesuai tergantung pada digital number. Dari pengkategorian ini anda bisa menghitung area dengan tutupan lahan yang berbeda pada citra anda. Anda bisa menamakan kelas-kelas tersebut dengan hutan, air dan lahan

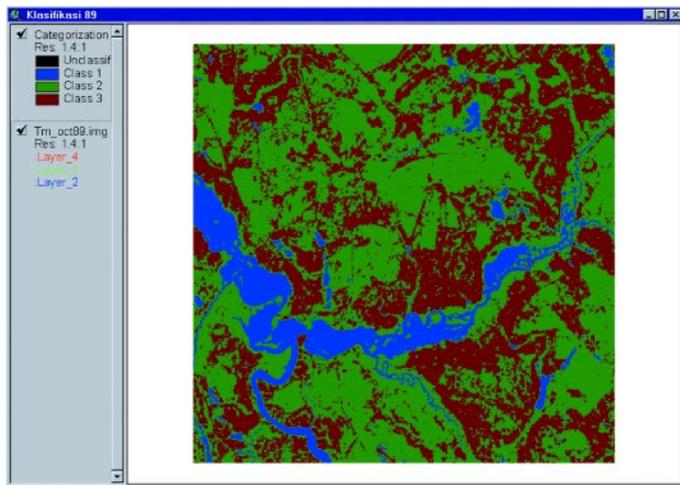
terbuka. Teknik ini digunakan sebagai cara yang cepat untuk memperoleh klasifikasi yang cukup umum dan tidak terlalu akurat. Untuk klasifikasi yang memerlukan ketelitian tinggi disarankan untuk menggunakan perangkat lunak yang khusus dirancang untuk pengolahan citra digital. Data citra Kutai Barat, dikarenakan adanya tutupan awan yang menyebar, akan membuat proses pembelajaran lebih sulit, oleh karena itu pada tahap berikut kita akan menggunakan data yang diberikan oleh IA. Data yang akan digunakan merupakan citra dari sebuah area di dekat Hagan Landing, Kalifornia Selatan, AS. Citra ini diambil pada tahun 1987 dan 1989, yaitu sebelum dan setelah badai Hugo. IA akan dipakai untuk menganalisa area hutan yang rusak karena badai tersebut.

- Tambahkan dan aktifkan theme Tm\_oct87.img yang bisa diambil dari Image Analysis Data Source (apabila anda tidak bisa menemukan kedua file tersebut, pakailah fasilitas **Search** atau **Find** yang disediakan oleh Windows). Dari menu Image Analysis, pilih **Categorize ....** Pada kotak isian **Desired number of classes**, ketiklah **3** untuk mengklasifikasikan citra ke dalam air, hutan dan lahan terbuka. Kemudian klik **OK**.
- Setelah proses klasifikasi selesai, aktifkan theme Categorization of Tm\_oct87.img yang merupakan citra hasil klasifikasi menjadi 3 kelas tutupan lahan. Double klik pada theme Categorization of Tm\_oct87.img untuk mengaktifkan **Legend Editor**.
- Double klik pada kolom **Symbol** pada dialog **Legend Editor** untuk memunculkan **Color Palette**. Klik warna hitam untuk Value 0 (yang merupakan kelas yang tidak terklasifikasikan). Kemudian lakukan hal yang sama untuk Value 1, 2, 3 dengan warna biru, hijau tua dan coklat serta ubah labelnya menjadi **'Air'**, **'Hutan'**, dan **'Lahan Terbuka'**. Kemudian klik **Apply**.
- Tutup **Color Palette** dan **Legend Editor**.



Hasil Klasifikasi tak terbimbing dari Tm\_oct87.img

- Lakukan langkah yang sama untuk citra Tm\_oct89.img.



Hasil Klasifikasi tak terbimbing dari Tm\_oct89.img

## Mencari area yang mengalami perubahan

IA menyediakan fasilitas untuk mendeteksi perbedaan antara beberapa citra yang diambil dalam periode yang berbeda sehingga bisa digunakan untuk mempelajari perubahan dari waktu ke waktu. Untuk data yang sifatnya kontinyu, disediakan fasilitas **Image Differencing**, sedangkan untuk data yang sifatnya tematik disediakan fasilitas **Thematic Change**.

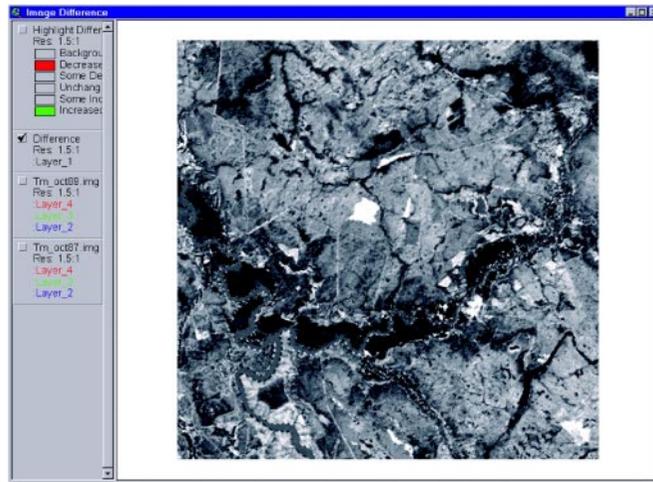
## Menggunakan Image Difference

**Image Difference** sangat berguna untuk menganalisa citra pada area yang sama untuk mempelajari tipe-tipe tutupan lahan yang mungkin berubah dengan waktu. Cara bekerjanya adalah dengan mengurangi satu theme dari theme lain. Perubahan ini bisa ditonjolkan dengan perbedaan warna: warna hijau dan merah menggambarkan peningkatan dan penurunan nilai.

Kita akan melihat perubahan tutupan vegetasi antara dua citra Landsat TM yang diambil dalam jarak dua tahun (1987 dan 1989). Seperti telah dipelajari sebelumnya, data citra Landsat merupakan data kontinyu diperoleh dari nilai reflektansi permukaan bumi. Sebagai catatan untuk mendapatkan hasil yang valid pada kedua citra tersebut harus dilakukan pengkoreksian radiometrik. Juga disarankan untuk memakai citra dari bulan yang sama untuk mengurangi perbedaan atmosferik musiman.

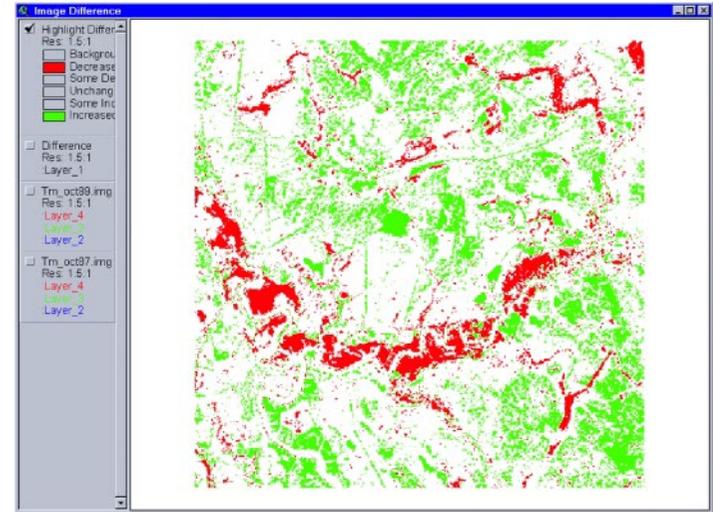
- Aktifkan theme Tm\_oct87.img dan Tm\_oct89.img.
- Klik menu **Image Analysis** dan pilih **Image Difference**. Dalam dialog **Image Difference ...**, pada daftar pilihan untuk **Before Theme** pilihlah Tm\_oct87.img serta pilih layer\_4 untuk **Select Before layer** (ingat dalam pelajaran sebelumnya untuk Landsat TM, band 4 merupakan band yang penting dalam mempelajari tutupan vegetasi).

- Klik **After Theme** dan pilihlah Tm\_oct89.img dan layer\_4 untuk **Select After layer**, lalu klik tombol **As Percent**.
- Ketik **15** pada kotak **Increase more than** dan ketik **15** pada kotak **Decrease more than**. Kemudian klik **OK**. Maka dalam beberapa saat ArcView Image Analysis akan menganalisa perbedaan digital number (yang merupakan reflektansi spektral) dari kedua citra ini dan akan membuat 2 file yaitu Difference dan Highlight Difference. Kedua citra baru ini akan ditambahkan secara otomatis ke dalam view anda.
- Aktifkan theme Difference yang akan menampilkan hasil pengurangan After Theme dengan Before Theme.



Hasil pengurangan dari Tm\_oct89.img oleh Tm\_oct87.img

- Aktifkan theme Highlight Difference. Apabila parameter diset menjadi 15%, Image Difference akan mencari pixel yang digital numbernya meningkat minimum 15% dari sebelumnya (indikasi dari peningkatan vegetasi) dan mewarnainya dengan hijau. Dengan cara yang sama penurunan vegetasi diidentifikasi dan diwarnai dengan merah.



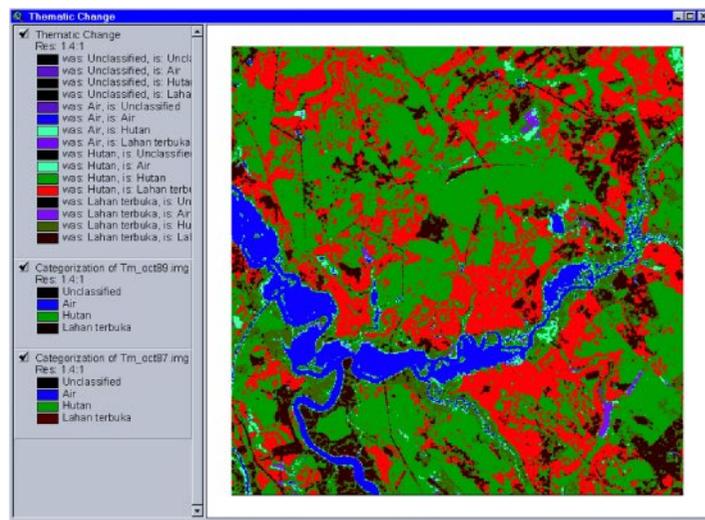
Hasil pengurangan dari Tm\_oct89.img oleh Tm\_oct87.img yang diklasifikasikan berdasarkan 15% persentase perubahan

## Menggunakan Thematic Change

IA menyediakan fasilitas **Thematic Change** untuk membuat perbandingan tematik antar citra tematik hasil klasifikasi.

- Aktifkan kedua citra Categorization of Tm\_oct87.img dan Categorization of Tm\_oct89.img.
- Dari menu **Image Analysis**, pilih **Thematic Change**.
- Pastikan bahwa yang tertera pada list **Before Theme** adalah citra Categorization of Tm\_oct87.img dan pada **After Theme** adalah citra Categorization of Tm\_oct89.img. Klik **OK** pada dialog **Thematic Change**.
- Klik kotak theme **Thematic Change** pada daftar isi View untuk menampilkan hasil proses pada layer.
- Klik dua kali pada judul theme **Thematic Change** untuk membuka **Legend Editor**.

- Klik dua kali pada **Symbol** untuk **was: Hutan, Is: Lahan Terbuka** untuk membuka **Color Palette**.
- Klik warna merah pada **Color Palette**, kemudian klik **Apply** pada **Legend Editor**. Sekarang anda bisa melihat dengan mudah area yang mengalami perubahan dari hutan menjadi lahan terbuka. Anda bisa mengeksplorasi perubahan perubahan yang lain secara visual dengan mengubah warna masing-masing perubahan. Pada contoh ini.
- Tutup **Color Palette** dan **Legend Editor**.

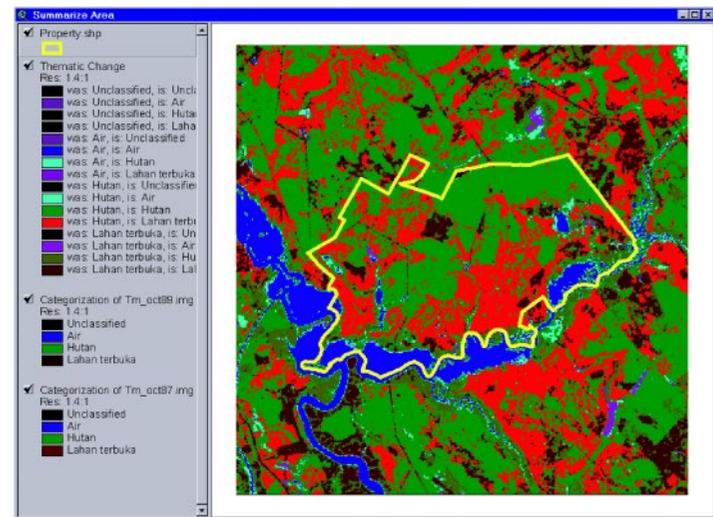


Perubahan tutupan lahan dari klasifikasi citra Tm\_oct87.img dan Tm\_oct89.img

## Menggunakan Summarize Areas

Dengan menggunakan cara di atas, kita bisa melihat dengan jelas area yang rusak karena badai Hugo, akan tetapi secara kuantitatif luas hutan yang rusak di dalam suatu area tertentu, dalam hal ini sebuah pabrik kertas, tidak diketahui. Area tersebut bisa dihitung dengan menggunakan fasilitas **Summarize Areas**.

- Buka dan aktifkan file Property.shp yang merupakan data vektor polygon area milik pabrik kertas. File ini disediakan oleh IA sebagai bahan tutorial. Jangan lupa untuk mengubah tipe data pada daftar **Data Source Types** menjadi **Feature Data Source** karena kita akan membuka data polygon dalam format shape file.
- Untuk membuat peta polygon ini transparans sehingga kita bisa melihat theme **Thematic Change** di bawahnya, klik dua kali pada judul Property.shp untuk membuka **Legend Editor** dan klik dua kali pada **Symbol** untuk membuka **Fill Palette**. Klik pada kotak transparans pada pojok kiri atas pada **Fill Palette**. Klik **Outline** dan pilih **3**. Pada **Legend Editor**, klik **Apply** untuk melihat outline batas area pabrik kertas. Tutup **Fill Palette** dan **Legend Editor** bila anda sudah mendapatkan warna dan ketebalan garis outline seperti yang anda inginkan.



Overlay antara area pabrik kertas dan perubahan thematic sebelum dan setelah badai Hugo

- Aktifkan theme **Thematic Change** dan Property.shp sekaligus dengan menekan tombol **Shift** and mengklik theme yang tidak aktif.
- Dari menu Image Analysis pilih **Summarize Areas**.
- Klik **Zone Theme** untuk memilih Property.shp.
- Klik **Zone Attribute** untuk memilih Property.
- Klik **Class Theme** untuk memilih **Thematic Change**. Klik **OK** pada dialog **Summarize Areas**. Dialog **Summarize Areas Results** akan terbuka. Ubahlah **Area units** menjadi Hectares.

Class Name	Count	%	Hectares
was: Air, is: Unclassified	0	0.00%	0
was: Air, is: Air	3772	7.81%	339.48
was: Air, is: Hutan	393	0.81%	35.37
was: Air, is: Lahan terbuka	16	0.03%	1.44
was: Hutan, is: Unclassified	0	0.00%	0
was: Hutan, is: Air	890	1.84%	80.1
was: Hutan, is: Hutan	22307	46.19%	2007.63
was: Hutan, is: Lahan terbuka	15817	32.75%	1423.53
was: Lahan terbuka, is: Unclassified	0	0.00%	0
was: Lahan terbuka, is: Air	219	0.45%	19.71
was: Lahan terbuka, is: Hutan	2219	4.60%	199.71
was: Lahan terbuka, is: Lahan terbuka	2657	5.50%	239.13

Tabel hasil perhitungan luas area dari pabrik kertas yang berubah sebelum dan setelah badai Hugo

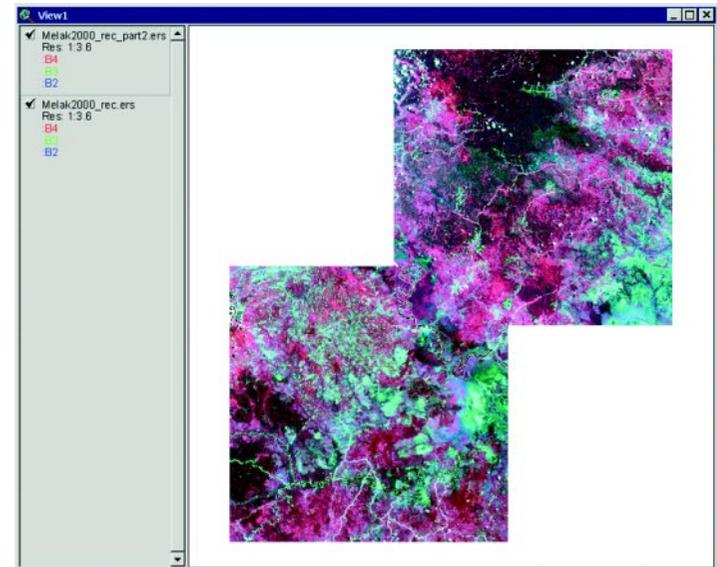
- Anda bisa melihat bahwa 32.75% area hutan rusak atau 1423.53 hektar hutan berubah menjadi lahan terbuka. Anda bisa mengexport tabel ini ke dalam file

text dengan mengklik **Export to Table** dan mengisi nama file yang anda inginkan pada box dialog yang muncul. Tutup dialog bila sudah selesai.

## Mosaik citra

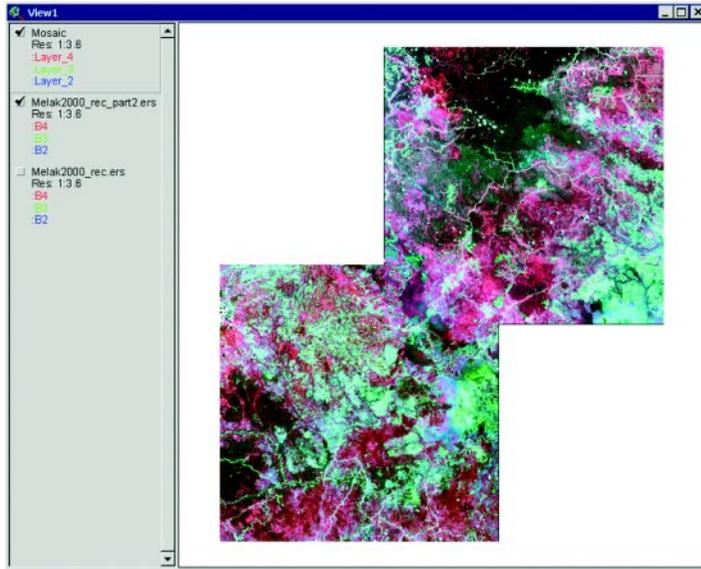
IA menawarkan fasilitas untuk membuat mosaik atau menggabungkan beberapa citra ke dalam satu citra yang meliputi keseluruhan area. Untuk melakukan mosaik citra, terlebih dulu tampilkan semua citra yang akan dimosaik dalam satu View dan pastikan mereka mempunyai jumlah band yang sama. Untuk latihan ini, kita akan kembali menggunakan data citra Melak.

- Aktifkan kedua citra  
\Training\Data\_Citra\Melak2000\_rec.ers dan  
Melak2000\_rec\_part2.ers



Tampilan 2 citra

- Klik Image Analysis menu, kemudian pilih **Mosaic**. Image Analysis akan langsung menjalankan proses mosaik begitu anda klik **Image Analysis** kemudian **Mosaic**. Perhatikan bahwa sebuah theme baru akan dihasilkan oleh IA, yang merupakan mosaik dari dua theme. Anda bisa menyimpan hasil mosaik ini ke dalam file baru untuk penggunaan selanjutnya.



Citra yang telah dimosaic