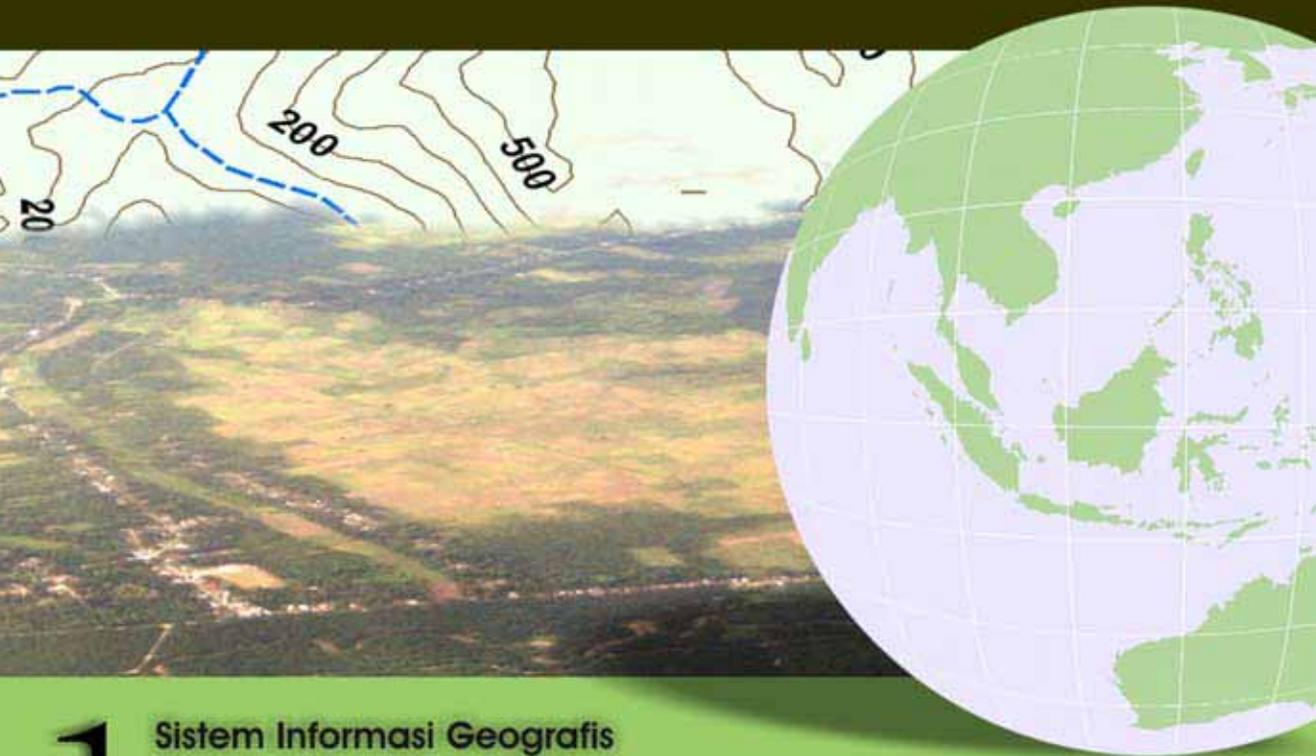


SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis
Sumber Daya Alam



1 Sistem Informasi Geografis
dan Penginderaan Jauh
Menggunakan ILWIS
Open Source

Andree Ekadinata, Sonya Dewi, Danan Prasetyo Hadi,
Dudy Kurnia Nugroho dan Feri Johana

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis
Sumber Daya Alam



**Sistem Informasi Geografis
dan Penginderaan Jauh
Menggunakan ILWIS
Open Source**

1

SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis
Sumber Daya Alam

Buku 1

Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan
Jauh Menggunakan ILWIS Open Source

Andree Ekadinata, Sonya Dewi, Danan Prasetyo Hadi,
Dudy Kurnia Nugroho and Feri Johana



Sitasi yang benar :

Ekadinata A, Dewi S, Hadi D, Nugroho D, dan Johana F. 2008. Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis Sumber Daya Alam. Buku 1: Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh Menggunakan ILWIS Open Source. World Agroforestry Centre, Bogor, Indonesia.

Pernyataan dan Hak Cipta

World Agroforestry Centre (ICRAF) adalah pemilik hak cipta publikasi ini, namun perbanyakannya untuk tujuan non-komersial diperbolehkan tanpa batas asalkan tidak merubah isi. Untuk perbanyakannya tersebut, nama pengarang dan penerbit asli harus disebutkan. Informasi dalam buku ini adalah akurat sepanjang pengetahuan kami, namun kami tidak menjamin dan tidak bertanggungjawab seandainya timbul kerugian dari penggunaan informasi buku ini.

ILWIS Open Source merupakan perangkat lunak tak berbayar (*free and open source*) berdasarkan skema *General Public License (GNU GPL)* yang dimiliki oleh 52°North Initiative for Geospatial Open Source Software GmbH

Ucapan Terima kasih

Publikasi ini disusun dengan menggunakan dana hibah dari European Union. Isi dari dokumen ini merupakan tanggungjawab dari World Agroforestry Centre (ICRAF) dan sama sekali tidak merupakan cerminan posisi European Union.

This publication has been produced with the assistance of the European Union. The contents of this publication are the sole responsibility of World Agroforestry Centre (ICRAF) and can in no way be taken to reflect the views of the European Union.

2008

World Agroforestry Centre
ICRAF South East Asia Regional Office
Jl. CIFOR, Situ Gede, Sindang Barang, Bogor 16680
PO Box 161, Bogor 16001, Indonesia
Tel: +62 251 8625415; fax: +62 251 8625416
Email: icraf-indonesia@cgiar.org
<http://www.worldagroforestrycentre.org/sea>

ISBN: 978-979-3198-42-2

Gambar depan: Foto oleh Sonya Dewi dan Andree Ekadinata

Disain/tata letak: Andree Ekadinata, ICRAF Southeast Asia



TENTANG ICRAF dan proyek ReGrIn

WORLD AGROFORESTRY CENTRE

World Agroforestry Centre (ICRAF) merupakan lembaga penelitian agroforestri otonom yang berpusat di Nairobi, Kenya yang bersifat nirlaba, berdiri sejak 1978. Pada skala global, misi ICRAF adalah meningkatkan kesejahteraan manusia dengan mengurangi kemiskinan, meningkatkan ketahanan pangan dan gizi, dan ketahanan lingkungan untuk pulih kembali setelah mengalami cekaman di daerah tropis. Hasil-hasil penelitian ICRAF tersedia bebas untuk umum.

ICRAF merupakan salah satu jaringan dari 15 Future Harvest Centres dari Consultative Group on International agricultural Research (CGIAR), didukung oleh konsorsium internasional terdiri dari hampir 60 pemerintahan, yayasan swasta, bank pembangunan regional, dan Bank Dunia. ICRAF bekerja di tujuh wilayah di seluruh dunia menjalankan agenda penelitian-pengembangan-pendidikan, bermitra dengan berbagai badan penelitian pertanian nasional (NARS: National Agricultural Research System), universitas, lembaga pengembangan (baik pemerintah maupun non-pemerintah) dan ARI (Advance Research Institute).

ReGrIn

Rebuilding Green Infrastructure (ReGrIn) merupakan proyek kerjasama antara ICRAF, Lembaga Riset Perkebunan Indonesia (LRPI), Balai Penelitian Tanah (ISRI) dan University of Hohenheim, Jerman yang didanai oleh EU (dalam program EU-ASIA PRO ECO II B Post-Tsunami). Tujuan ReGrIn adalah membangun kembali infrastruktur hijau sebagai sistem keragaman pohon pada bentangan pesisir sebagai bentuk pengelolaan lingkungan dan pendukung fungsi produksi, menggunakan jenis pohon yang sesuai dengan keinginan masyarakat, dan peningkatan mata pencaharian melalui perbaikan jaringan pemasaran bagi produk yang dihasilkan.



KATA PENGANTAR

Dalam sebuah bentang lahan yang didominasi oleh areal pedesaan, perencanaan tata ruang merupakan hal yang sangat krusial bagi tercapainya tujuan pembangunan yang berkelanjutan. Tata letak kawasan hutan, wanatani maupun pertanian dan penggunaan lahan lainnya perlu memperhatikan fungsi lingkungan dan penghidupan, dalam konteks infrastruktur, faktor pendukung, dan struktur sosio-ekonomi dan budaya masyarakat. Untuk itu, proses perencanaan parapihak merupakan sebuah wadah yang ideal untuk berdiskusi dan bernegosiasi tentang pengelolaan bersama. Peranan pemerintah kabupaten dalam memfasilitasi keterlibatan aktif para pihak tersebut adalah sangat menentukan mengingat posisi strategisnya sebagai badan formal pembuat perencanaan dan kebijakan dan posisi teknisnya sebagai pusat data dan informasi yang terkait sekaligus implementer.

Dalam konteks ini, diperlukan adanya suatu sistem basis data yang memadai, meliputi: pengetahuan lokal maupun formal mengenai penghidupan masyarakat, fungsi biofisik dan sumber daya manusia. Data-data seperti kesesuaian lahan, iklim, pemukiman, populasi, pasar, jalan, penunjukan kawasan, penggunaan lahan saat ini dan kecenderungan perubahannya, serta kebijakan dan visi pembangunan daerah merupakan data penunjang yang sangat diperlukan dalam proses perencanaan. Pengetahuan lokal maupun formal bisa memberikan berbagai pilihan dalam mencapai tujuan. Wanatani atau sistem pertanian terpadu dengan pepohonan sebagai elemen pentingnya merupakan sebuah sistem yang dipandang sebagai salah satu opsi yang baik dalam pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan. Selain dari peranan pentingnya dalam memberikan jasa lingkungan seperti perlindungan daerah aliran sungai, penyimpanan karbon, dan pemeliharaan keanekaragaman hayati, sistem wanatani juga memberikan kontribusi penting dalam penghidupan masyarakat pedesaan di Aceh Barat pada khususnya dan Nangroe Aceh Darussalam pada umumnya.

Analisa mengenai peluang dan hambatan dalam pengelolaan sumber daya alam (SDA)berkelanjutan merupakan langkah penting dalam proses perencanaan. Simulasi berbagai skenario berdasarkan

pilihan-pilihan pengelolaan SDA merupakan alat penting dalam mengantisipasi dampaknya di masa yang akan datang. Dalam suatu proses perencanaan hendaknya sistem pengawasan merupakan salah satu komponen terpadu. Proses perencanaan bukanlah suatu proses yang linear melainkan sebuah siklus. Setelah tercapai kesepakatan dalam perencanaan, termasuk di dalamnya sistem pengawasan, perencanaan harus dievaluasi dari waktu ke waktu dan perencanaan ulang perlu dilaksanakan.

Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jarak Jauh (PJ) merupakan alat yang sangat berguna dalam setiap langkah proses perencanaan dan sudah dipakai di negara maju dan beberapa daerah di negara berkembang. Akan tetapi karena SIG dan PJ memerlukan perangkat lunak, data dan keahlian khusus untuk mengoperasikannya, banyak pihak belum memanfaatkan alat bantu ini secara optimal dalam proses perencanaan.

Di Indonesia maupun banyak negara berkembang lain, perencanaan tata ruang sudah merupakan alat pemerintahan baku yang dibuat secara berkala pada tingkat nasional, propinsi, kabupaten dan bahkan desa, akan tetapi alat ini seringkali kehilangan makna dan fungsinya dikarenakan oleh pendekatan dan proses pembuatannya yang tidak tepat. Hal ini banyak disebabkan oleh kurangnya kapasitas maupun sumber daya, selain kurang kondusifnya kebijakan yang ada, serta kurangnya integrasi antar sektoral. Akibatnya antara lain adalah: adanya tumpang tindih alokasi yang bisa mengakibatkan konflik antar pemangku kepentingan; kurangnya integrasi antara program pembangunan yang satu dengan yang lain yang mengakibatkan tidak efisiennya program-program tersebut; kecenderungan adanya dikotomi dalam penentuan fungsi lahan antara ekologis atau ekonomis, yang mengakibatkan keterpojokannya masyarakat lokal pengguna lahan di satu pihak atau bencana alam karena praktek-praktek penggunaan lahan yang tidak berkesinambungan di lain pihak.

ICRAF, melalui proyek ReGrIn, dalam komitmennya untuk mendukung penghidupan masyarakat Aceh Barat yang berkelanjutan, bekerja sama dengan Bappeda Aceh Barat untuk mengatasi kendala yang disebutkan di atas demi proses perencanaan SDA yang dilandasi oleh data, informasi dan pengetahuan yang cukup, dan didukung oleh partisipasi parapihak. ICRAF menyediakan data-data yang sudah

dikumpulkan dan dihasilkan selama melakukan penelitian di Aceh Barat untuk dipergunakan oleh parapihak Aceh Barat, membagikan pengetahuan yang selama ini diperoleh baik dari penelitian di Aceh Barat maupun di daerah lain, dan mengemasnya dalam suatu paket materi pelatihan berbasiskan perangkat lunak yang tersedia secara bebas untuk dibagikan kepada peserta pelatihan. Dalam pelaksanaannya, ICRAF bekerja sama dengan Bappeda Aceh Barat dalam memberikan beberapa sesi pelatihan bagi pihak-pihak terkait di kabupaten.

Buku ini disusun berdasarkan materi pelatihan yang kami persiapkan untuk Aceh Barat dan berdasarkan pengalaman serta masukan yang kami terima dari berbagai pihak. Materi dari buku ini kami harapkan berguna bagi para praktisi maupun parapihak yang terlibat secara formal maupun tidak formal dalam proses penyusunan perencanaan tata ruang, atau siapapun yang tertarik untuk mengetahui dan menggunakan PJ dan SIG, terutama yang berkaitan dengan SDA. Sebisa mungkin kami mencari data dan perangkat lunak yang tak berbayar akan tetapi layak digunakan sesuai keperluannya, dalam rangka mengurangi kendala dana. Materi kami bagi menjadi dua; buku pertama bertujuan memberikan bekal teknis dasar PJ dan SIG, sedangkan buku kedua lebih diarahkan kepana aplikasi PJ dan SIG untuk perencanaan tata ruang dan pengelolaan bentang lahan berbasis SDA.

Dalam buku pertama kita memulai dengan konsep-konsep dasar Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (bab 1 dan 2), yang diikuti dengan pengenalan perangkat lunak ILWIS, yang merupakan perangkat lunak PJ dan sekaligus SIG tak berbayar. Bab 4 dan 5 mencakup tentang input dan output data dari sistem lain ke ILWIS maupun sebaliknya. Proses penyiapan citra untuk pengolahan berikutnya (pra-pengolahan) dibahas dalam bab 6 dan 7. Pengolahan citra satelit, dalam hal ini interpretasi citra menjadi kelas-kelas sesuai kebutuhan kita, dituangkan dalam bab 8 dan 9. Bab terakhir secara singkat memberikan beberapa contoh analisa lanjutan berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengolahan citra.

Buku kedua akan dimulai dengan prinsip-prinsip dasar perencanaan wilayah rural beserta komponen-komponennya (bab 1 dan 2), diikuti dengan berbagai teknik analisa spatial yang diperlukan untuk proses

perencanaan (bab 3 – 8). Bab-bab berikutnya akan membahas tentang tahapan analisa dalam proses perencanaan dan beberapa studi kasus yang dirangkai berdasarkan tahapannya. Data, contoh dan studi kasus diambil dari materi pelatihan Aceh Barat, akan tetapi teknik, tahapan analisa dan skenario serta permasalahan mewakili keadaan sebagian besar wilayah rural di Indonesia. Akan tetapi tentunya diperlukan kajian dan kreativitas lebih lanjut dari para praktisi untuk aplikasinya dalam wilayah yang bersangkutan, karena adanya konteks dan keadaan yang berbeda di masing-masing wilayah.

Tim penyusun mengucapkan rasa terima kasih kami kepada Pemerintah Kabupaten Aceh Barat, khususnya Kepala Bappeda, Bapak Drs Syaifullah MM, Kepala Bidang Ekonomi Bappeda, Bapak Ir Syahril, Bapak Darmi SHut MT, staff Bappeda, peserta pelatihan dari dinas dan instansi Pemkab Aceh Barat, tim proyek ReGrIn, khususnya Ery Nugraha dan tim proyek NOEL di Aceh Barat, khususnya Pratiknyo Purnomosidhi, untuk kerjasamanya dalam penyelenggaraan pelatihan di Aceh Barat. Selain itu tim penyusun mengucapkan terima kasih kepada Dr Laxman Josi, ketua proyek ReGrIn, atas semua dukungan dan masukannya, Tikah Atikah, ketua unit Information Flow, ICRAF, atas segala bantuannya dalam proses finalisasi penerbitan buku ini.

Tim penyusun bertanggung jawab sepenuhnya dan mohon maaf atas kesalahan dan kekurangan yang ada dalam buku ini. Harapan kami buku ini bisa memberikan sedikit sumbangsih bagi pengelolaan sumber daya alam dan sekaligus pembangunan yang berkelanjutan di wilayah rural di Indonesia, dan merupakan bagian dari tahap untuk menuju proses perencanaan tata ruang yang integratif, inklusif dan informatif.

Bogor, Desember 2008
Andree Ekadinata
Sonya Dewi
Danan Prasetyo Hadi
Dudy Kurnia Nugroho
Feri Johana



DAFTAR ISI

BAB 1 KONSEP DASAR SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS	1
1.1 Komponen Sistem Informasi Geografis (SIG)	2
1.2 Jenis dan Sumber Data Geografis	3
1.3 Representasi data spasial	3
1.4 Skala dan resolusi	5
1.5 Proyeksi dan sistem koordinat	6
1.6 Pengelolaan basis data dalam SIG	8
1.7 Kesalahan (error) dalam data spasial	9
1.8 Global Positioning System (GPS)	11
1.9 Sekilas tentang perangkat lunak SIG	14
1.10 Sekilas tentang perangkat keras SIG	15
1.11 Sekilas tentang pengguna SIG	16
BAB 2 KONSEP DASAR PENGINDERAAN JARAK JAUH	19
2.1 Sumber energi	19
2.2 Citra digital	20
2.3 Resolusi spasial	22
2.4 Jenis Sensor dalam penginderaan jauh	24
2.5 Aplikasi data penginderaan jauh (PJ) untuk pengelolaan sumber daya alam	26
2.6 Struktur data penginderaan jauh	27
2.7 Sistem satelit Landsat	27
2.8 Citra satelit dan tutupan lahan	28
2.9 Langkah-langkah interpretasi citra	29
2.10 Analisa data pasca klasifikasi	34
BAB 3 PENGENALAN PERANGKAT LUNAK ILWIS	38
3.1 Instalasi ILWIS	38
3.2 Mengaktifkan ILWIS	39
3.3 Struktur Data Dalam ILWIS	41
BAB 4 MEMBUAT DAN MEMASUKKAN DATA SPASIAL KE DALAM ILWIS	44
4.1 Pengenalan tentang digitasi	44

4.2 Mempersiapkan proses digitasi	45
4.3 Digitasi menggunakan meja digitizer	45
4.4 Melakukan digitasi layar (<i>on screen digitizing</i>)	46
BAB 5 PENGELOLAAN DATA SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS	54
5.1 Importing dan exporting data dalam ILWIS	54
5.2 Melakukan proses georeferensi	56
5.3 Konversi data vektor ke data raster (<i>rasterization</i>)	57
5.4 Kartografi dan Pembuatan Peta	59
5.5 Elemen-elemen dalam peta	59
5.6 Membuat peta sederhana	60
5.7 Mencetak peta atau menyimpan peta	63
BAB 6 MENAMPILKAN DATA PENGINDERAAN JARAK JAUH MENGGUNAKAN ILWIS	66
6.1 Melakukan import data ke dalam format ILWIS	66
6.2 Menampilkan citra dengan kanal tunggal (<i>single layer band</i>)	67
6.3 Menampilkan nilai piksel	69
6.4 Membuat citra komposit berdasarkan kanal majemuk	71
BAB 7 PRA PENGOLAHAN CITRA	75
7.1 Koreksi Radiometrik	75
7.2 Koreksi Geometrik	79
7.3 Perbaikan Tampilan Citra (<i>Image Enhancement</i>)	88
BAB 8 PENGOLAHAN CITRA SATELIT	94
8.1 Pengolahan citra menggunakan ILWIS	94
8.2 Membuat Indeks Vegetasi	94
8.3 Melakukan transformasi citra	96
BAB 9 KLASIFIKASI CITRA UNTUK MEMBUAT PETA TUTUPAN LAHAN	102
9.1 Survey Lapangan Untuk Inventarisasi Tutupan Lahan	102
9.2 Klasifikasi Tak Terbimbing Dengan <i>Density Slicing</i>	107
9.3 Klasifikasi Tak Terbimbing Dengan <i>Clustering</i>	110
9.4 KLASIFIKASI TERBIMBING	111
BAB 10 ANALISA DATA SEDERHANA	18
10.1 Menghitung Tingkat Akurasi Hasil Klasifikasi	118
10.2 Menghitung luas tutupan lahan	120
10.3 Analisa Spasial Sederhana	122



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1: Komponen Sistem Informasi Geografis	2
Gambar 1.2: Sumber data dalam Sistem Informasi Geografis	3
Gambar 1.3. Representasi titik, garis, dan area pada model vektor dan raster	4
Gambar 1.4: Contoh representasi skala 1: 250,000 pada peta	5
Gambar 1.5: Contoh proses proyeksi spasial	6
Gambar 1.6: Sistem pengukuran spherikal	7
Gambar 1.7: Sistem koordinat UTM	8
Gambar 1.8: Elemen penting dari GPS: satelit, pengendali dan pengguna	11
Gambar 1.9: Sistem satelit NAVSTAR	12
Gambar 1.10: Berbagai jenis GPS receiver	13
Gambar 1.11: Kesalahan akibat adanya halangan dalam penerimaan sinyal	14
Gambar 2.1: Analogi penginderaan jarak jauh dengan cara kerja mata manusia	18
Gambar 2.2: Skema proses pengambilan data pada penginderaan jarak jauh	18
Gambar 2.3: Penginderaan jauh menggunakan sumber energi cahaya matahari	19
Gambar 2.4: Ilustrasi penginderaan jauh pasif dan aktif	20
Gambar 2.5: Piksel dan nilai digital	21
Gambar 2.6: Citra resolusi rendah (500 m) MODIS yang menunjukkan kawasan Sumatra dan Malaysia	22
Gambar 2.7. Citra resolusi tinggi IKONOS (1 m) memperlihatkan tingkat informasi yang sangat detail	23
Gambar 2.8: Resolusi dan ukuran piksel	24
Gambar 2.9: Satelit Landsat dan contoh datanya	25
Gambar 2.10: Satelit NOAA dan contoh datanya	25
Gambar 2.11. Satelit Nimbus dan contoh datanya	26
Gambar 2.12. Spektrum warna dan gelombang lainnya	33
Gambar 2.13. Contoh tampilan citra satelit. Di dalamnya terlihat berbagai elemen interpretasi.	34
Gambar 3.1: Logo Software ILWIS versi 3.5	38
Gambar 3.2: Tampilan Awal Auto Run Dari CD	39
Gambar 3.3: Jendela Awal Proses Instalasi ILWIS	39
Gambar 3.4: Jendela utama ILWIS	40
Gambar 3.5: Simbol-simbol penting pada ILWIS	41
Gambar 4.1: Metode digitasi: konversi dari peta analog menjadi bagian database SIG digital	44
Gambar 4.2: Standar suatu alat digitizer	46
Gambar 4.3: Beberapa contoh <i>digitizer</i>	46
Gambar 4.4: Perintah <i>Create segment map</i>	47
Gambar 4.5: Pembuatan domain baru	48
Gambar 4.6: Mengisi Item Domain	48
Gambar 4.7: Pemberian atribut pada vektor hasil digitasi	49
Gambar 4.8: Perintah <i>Poligonize</i>	50

Gambar 4.10: Perintah pengecekan kesalahan digitasi	51
Gambar 4.11: Jenis-jenis kesalahan dalam digitasi	52
Gambar 5.1: Perintah Import Map	54
Gambar 5.2: Proses Importing	55
Gambar 5.3: Mendefinisikan Koordinat	55
Gambar 5.4: Operasi Transform	56
Gambar 5.5: Mengisi Coordinat System Projection	57
Gambar 5.6: Salah satu Cara Melakukan Proses Rasterisasi	58
Gambar 5.7: Proses Rasterisasi	58
Gambar 5.8: Membuat georeferensi	59
Gambar 5.9: Representation	60
Gambar 5.10: Pembuatan Layout Peta	61
Gambar 5.11: Mengatur Map Border	62
Gambar 5.12: Contoh Layout Peta	63
Gambar 6.1: Importing Data Raster	66
Gambar 6.2: Menentukan file yang diimpor beserta outputnya	67
Gambar 6.3: Contoh Data Digital <i>Single Layer Band</i>	67
Gambar 6.4: Menampilkan Citra Hasil <i>Import</i>	68
Gambar 6.5: Menu Display Option	68
Gambar 6.6: Menampilkan Citra Band Tunggal	69
Gambar 6.7: Menampilkan Digital Number	70
Gambar 6.8: Menampilkan Digital Number Menggunakan Pixel Information	70
Gambar 6.9: Perintah Membuat Map List	71
Gambar 6.10: Memilih File untuk Maplist	72
Gambar 6.11: Instruksi Membuat Citra Komposit Interaktif	72
Gambar 6.12: Membuka Map List Untuk Citra Komposit Interaktif	73
Gambar 6.13: Display Option Komposit Interaktif	73
Gambar 6.14: Komposisi citra false colour composite 3-4-2 (A) dan true color composite 3-2-1 (B)	74
Gambar 7.1: Membuka <i>Raster Map</i>	76
Gambar 7.2: <i>Display Option</i> Raster Map	76
Gambar 7.3: Mengisi Script pada Map Calculator	77
Gambar 7.4: Menampilkan Peta Hasil Koreksi Radiometrik	77
Gambar 7.5: Merubah Domain <i>Value</i> ke <i>Image</i>	78
Gambar 7.6: Perbandingan antara Sebelum dan Sesudah Koreksi	78
Gambar 7.7: Gambaran Titik Pojok	80
Gambar 7.8: Perintah pembuatan <i>Georeference</i>	81
Gambar 7.9: Mengisi Parameter <i>Georeference</i>	81
Gambar 7.10: Melihat File <i>Georeference</i>	82
Gambar 7.11: Melakukan <i>Resample</i>	82
Gambar 7.12: <i>Display Option</i> Hasil <i>Resample</i>	83
Gambar 7.13: Contoh Tampilan Hasil <i>Georeference</i>	83
Gambar 7.14: Contoh melakukan <i>Georeferensi Tie Points</i>	84
Gambar 7.15: Perintah <i>Georeference Tie Points</i>	85
Gambar 7.16: Memasukkan Parameter <i>Georeference Tie Points</i>	85
Gambar 7.17: Membuat Titik acuan	86
Gambar 7.18: <i>Georeference</i> dari <i>Image</i> Terkoreksi	87
Gambar 7.19: Membuat <i>Georeference Tie Points</i>	87
Gambar 7.20: Memasukkan <i>Tie Points</i>	88
Gambar 7.21: Perintah untuk Melakukan <i>Linear Stretching</i>	89
Gambar 7.22: Perintah <i>Histogram Equalization</i>	90
Gambar 7.23: Display Option Hasil Operasi <i>Histogram Equalization</i>	90

Gambar 8.1: Tampilan <i>Command Line</i>	94
Gambar 8.2: Tampilan <i>Raster Map Definition</i>	95
Gambar 8.3: Tampilan Hasil Perhitungan NDVI	95
Gambar 8.4: Perintah Menghitung Brightness	97
Gambar 8.5: Perintah untuk Menghitung Greenness	97
Gambar 8.6: Perintah untuk Menghitung Wetness	98
Gambar 8.7: Perintah Membuat <i>Map List</i>	98
Gambar 8.8: Menampilkan Hasil Perhitungan Menggunakan <i>Color Composite</i>	99
Gambar 8.9: Contoh Tampilan <i>Color Composite</i> dari <i>Brightness, Greenness dan Wetness</i>	99
Gambar 9.1: Jendela utama DNR Garmin	105
Gambar 9.2: Memilih sistem koordinat	105
Gambar 9.3: Memilih saluran (port) untuk melakukan transfer data	106
Gambar 9.4: Mengeksekusi perintah transfer data	106
Gambar 9.5: Memilih format akhir	107
Gambar 9.6: Instruksi Operasi Slicing	108
Gambar 9.7: Proses Operasi Slicing	108
Gambar 9.8: Edit Domain	109
Gambar 9.9: Contoh Tampilan Hasil Slicing Sederhana	109
Gambar 9.10: Instruksi Clustering	110
Gambar 9.11: Proses Clustering	110
Gambar 9.12: Contoh Tampilan Hasil Clustering	111
Gambar 9.13: Instruksi Sample Set	112
Gambar 9.14: Proses Sample Set	112
Gambar 9.15: Memilih Sample Area	113
Gambar 9.16: Menjalankan Fungsi Feature Space	114
Gambar 9.17: Tampilan Feature Space	114
Gambar 9.18: Instruksi Klasifikasi	115
Gambar 9.19: Proses Klasifikasi	115
Gambar 9.20: Contoh Tampilan Hasil Klasifikasi	116
Gambar 10.1: Menghitung Tingkat Akurasi Menggunakan Cross	118
Gambar 10.2: Tabel Hasil Operasi Cross	118
Gambar 10.3: Operasi Confusion Matrix	119
Gambar 10.4: Tampilan Confusion Matrix	119
Gambar 10.5: Operasi Histogram	120
Gambar 10.6: Tampilan Jendela Histogram	121
Gambar 10.7: Operasi Graph Management	121
Gambar 10.8: Instruksi Export Pada Tabel Histogram	122
Gambar 10.9: Contoh Tampilan Peta Perhitungan Deforestasi	123
Gambar 10.10: Operasi Cross Untuk Menghitung Landcover Change	124
Gambar 10.11: Proses Lanjutan Menggunakan Cross	124
Gambar 10.12: Tampilan Peta Hasil Cross	125
Gambar 10.13: Tampilan Tabel Hasil Cross	125



BAB 1

Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis

Bab ini membahas :

- Jenis dan sumber data spasial
- Komponen-komponen dalam data spasial
- Konsep dasar Global Positioning System (GPS)
- Perangkat-perangkat dalam Sistem Informasi Geografis

Pemetaan serta analisa keruangan yang terkomputerisasi telah dikembangkan secara terus-menerus diberbagai bidang, salah satu diantaranya adalah bidang yang berkaitan dengan pengelolaan sumberdaya alam. Teknologi yang berbasiskan sistem informasi geografis ini telah menjadi sarana atau alat bantu standar yang digunakan untuk mendukung proses pengambilan keputusan dan pembuatan kebijakan dalam pengelolaan sumber daya alam. Efektifitas penggunaan data spasial yang berkapasitas besar akan sangat bergantung pada keberadaan suatu sistem yang efisien dalam pengelolaan dan pemrosesan sebuah data hingga menjadi alat bantu penyedia informasi yang berguna untuk menentukan suatu kebijakan. Sebagaimana penggunaan alat (*tools*) pada umumnya, pemilihannya haruslah sesuai dengan tujuan dan bukan sebaliknya.

1.1 Komponen Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem informasi geografis (SIG) adalah sebuah sistem atau teknologi berbasis komputer yang dibangun dengan tujuan untuk mengumpulkan, menyimpan, mengolah dan menganalisa, serta menyajikan data dan informasi dari suatu obyek atau fenomena yang berkaitan dengan letak atau keberadaannya di permukaan bumi. Pada dasarnya SIG dapat dirinci menjadi beberapa sub-sistem yang saling berkaitan yang mencakup input data, manajemen data, pemrosesan atau analisis data, pelaporan (*output*) dan hasil analisa.

Komponen-komponen yang membangun SIG adalah perangkat lunak, perangkat keras, data, pengguna, dan aplikasi. SIG dalam pengelolaan sumber daya alam di lingkungan pemerintah lokal, sebagai contoh, memerlukan sistem yang mendukung tersedianya kelima komponen tersebut, sebagaimana diilustrasikan oleh Gambar 1.1. Tentunya dibutuhkan sumberdaya yang mencukupi untuk membangun SIG. Hanya saja, ketersediaan dana saja belumlah mencukupi. Adanya komitmen yang terus menerus dan berkelanjutan untuk mencapai sebuah sistem pemerintahan yang baik (*good governance*) diiringi oleh keberadaan institusional yang kokoh, kapasitas teknis yang mencukupi, serta pemahaman yang baik tentang pilihan-pilihan yang ada dalam mencapai pembangunan yang berkesinambungan, merupakan prasyarat mutlak.

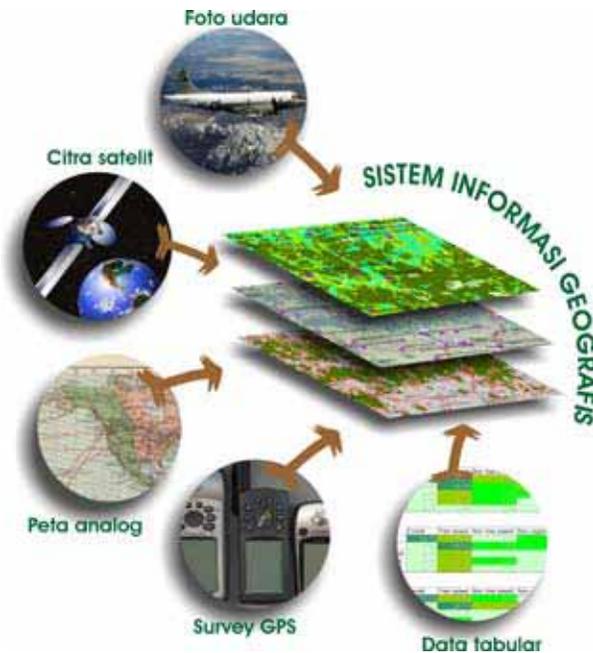


Gambar 1.1: Komponen Sistem Informasi Geografis

1.2 Jenis dan Sumber Data Geografis

Data geografis pada dasarnya tersusun oleh dua komponen penting yaitu data spasial dan data atribut. Data spasial merepresentasikan posisi atau lokasi geografis dari suatu obyek di permukaan bumi, sedangkan data atribut memberikan deskripsi atau penjelasan dari suatu obyek. Data atribut dapat berupa informasi numerik, foto, narasi, dan lain sebagainya, yang diperoleh dari data statistik, pengukuran lapangan dan sensus, dan lain-lain.

Data spasial dapat diperoleh dari berbagai sumber dalam berbagai format. Sumber data spasial antara lain mencakup: data grafis peta analog, foto udara, citra satelit, survey lapangan, pengukuran theodolit, pengukuran dengan menggunakan *global positioning systems* (GPS) dan lain-lain (Gambar 1.2). Adapun format data spasial, secara umum dapat dikategorikan dalam format digital dan format analog.

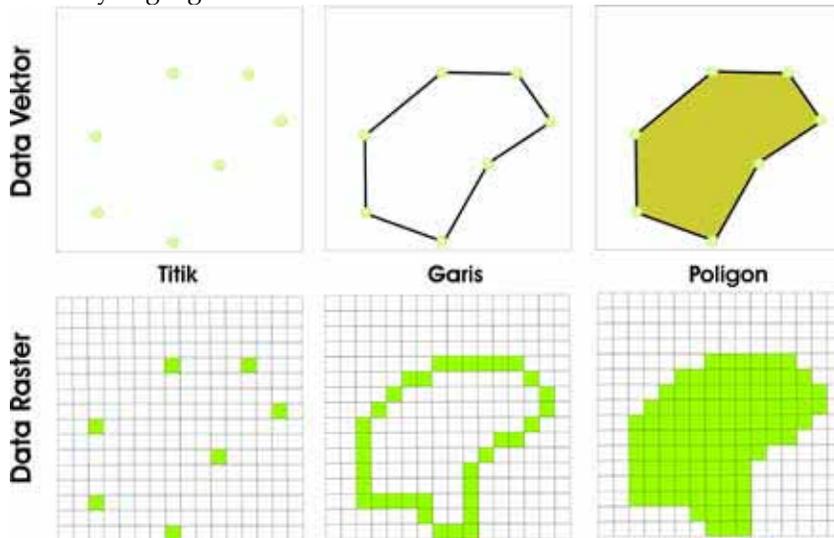


Gambar 1.2: Sumber data dalam Sistem Informasi Geografis

1.3 Representasi data spasial

Untuk dapat dipergunakan dalam SIG, data spasial perlu dikonversi ke dalam format digital. Dalam format digital, terdapat dua model representasi

data, yaitu: model vektor dan model raster. Kedua model mampu menyimpan detail informasi tentang lokasi serta atributnya. Perbedaan mendasar antara kedua model tersebut terletak pada cara penyimpanan serta representasi sebuah obyek geografis.



Gambar 1.3. Representasi titik, garis, dan area pada model vektor dan raster

Pada model vektor, posisi suatu obyek didefinisikan oleh rangkaian koordinat x dan y . Selain lokasi, arti dari suatu fitur diberikan dalam bentuk kode atau identifikasi (Gambar 1.3.a). Dengan menggunakan model vektor, obyek-obyek dan informasi di permukaan bumi dilambangkan sebagai titik, garis atau poligon. Masing-masing mewakili tipe obyek tertentu sebagaimana dijelaskan berikut:

- **Titik (*point*):** merepresentasikan obyek spasial yang tidak memiliki dimensi panjang dan/atau luas. Fitur spasial direpresentasikan dalam satu pasangan koordinat x,y ; sebagai contoh stasiun curah hujan, titik ketinggian, observasi lapangan, titik-titik sampel,
- **Garis (*line/segment*):** merepresentasikan obyek yang memiliki dimensi panjang namun tidak mempunyai dimensi area, misalnya jaringan jalan, pola aliran, garis kontur,
- **Poligon:** merepresentasikan fitur spasial yang memiliki area; sebagai contoh adalah unit administrasi, unit tanah, zone penggunaan lahan.

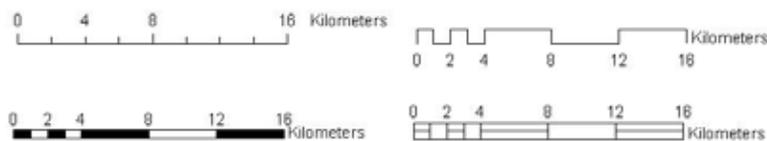
Sedangkan pada model raster, data spasial diorganisasi dalam sel (*grid cells*) atau piksel. Piksel adalah unit dasar yang digunakan untuk menyimpan informasi secara eksplisit. Masing-masing piksel mewakili luasan tertentu

di permukaan bumi. Pada dasarnya dalam pemodelan raster, permukaan bumi yang dimodelkan menjadi matriks dua dimensi yang terdiri dari sel-sel yang sama besar. Biasanya sebuah sel hanya mengandung satu nilai tertentu (Gambar 1.3.b)

Pada penerapannya, sebuah obyek di permukaan bumi bisa dimodelkan sebagai vektor dan raster sekaligus. Hampir semua perangkat lunak SIG menyediakan fasilitas untuk mengubah format data vektor ke raster dan sebaliknya. Secara umum, kedua model memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Dari segi ukuran data yang dihasilkan, penyimpanan dalam bentuk vektor membutuhkan lebih banyak ruang dalam komputer. Pemilihan penggunaan model tergantung kepada tujuan dari pemodelan data tersebut. Hal ini akan dibahas lebih lanjut dalam Buku 2.

1.4 Skala dan resolusi

Sebagaimana dijelaskan di atas, SIG merepresentasikan data geografis tentang obyek di permukaan bumi secara grafis. Penyajian informasi tersebut dilakukan dengan penggambaran yang proporsional menggunakan ukuran perbandingan yang disebut **skala**. Skala peta adalah rasio atau perbandingan antara jarak pada peta dengan jarak sesungguhnya di lapangan. Sebagai contoh, skala 1:10.000 mengindikasikan bahwa setiap satu cm jarak di peta merepresentasikan 10.000 cm jarak di lapangan. Selain ditampilkan dalam bentuk ratio seperti di atas, skala peta juga bisa ditambahkan dalam bentuk grafis atau *bar* (Gambar 1.4).



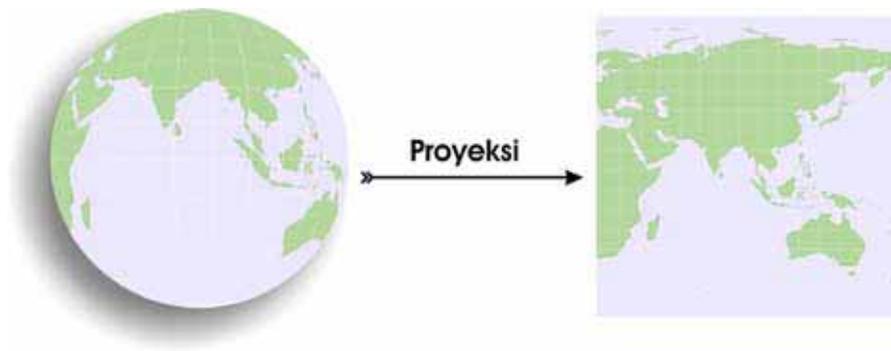
Gambar 1.4: Contoh representasi skala 1: 250,000 pada peta

Skala dikatakan “besar” apabila rasionya adalah besar, sehingga mengandung informasi yang lebih detail, skala “kecil” sebaliknya mempunyai rasio yang kecil, sehingga informasi yang disampaikan kurang rinci. Sebagai contoh, data dengan skala 1:5,000 dapat dikatakan sebagai data dengan skala yang lebih besar daripada data dengan skala 1:100,000. Untuk aplikasi yang membutuhkan akurasi yang tinggi, peta dengan skala besar lebih tepat untuk digunakan.

Konsep skala pada umumnya dipakai untuk data dengan format vektor. Untuk data raster, tingkat kerincian informasi disebut **resolusi**. Resolusi diasosiasikan dengan ukuran luasan permukaan bumi yang diwakili oleh satu sel. Suatu data raster dengan resolusi tinggi menggambarkan tingkat kerincian informasi yang tinggi, dimana setiap sel mewakili luasan yang lebih kecil di permukaan bumi.

1.5 Proyeksi dan sistem koordinat

Data spasial dalam SIG, baik vektor ataupun raster, hanya akan berguna apabila diasosiasikan dengan lokasi tertentu di permukaan bumi. Untuk ini dibutuhkan sistem referensi geospasial. Sistem referensi geospasial (**georeference**) harus memperhatikan banyak hal, diantaranya bentuk permukaan bumi. Pada umumnya peta yang kita jumpai menyajikan informasi mengenai permukaan bumi dalam dua dimensi, walaupun permukaan bumi yang direpresentasikannya sebenarnya berbentuk lengkung tiga dimensi. Proses transformasi ruang tiga dimensi kedalam bentuk peta dua dimensi disebut sebagai **proyeksi**. Rumus-rumus proyeksi merupakan persamaan matematis yang digunakan untuk mentransformasi posisi geografis (lintang dan bujur) pada bola bumi (*sphere* atau *spheroid*) menjadi suatu representasi lokasi pada bidang datar. Proses ini tentunya menyebabkan terjadinya distorsi, antara lain distorsi terhadap bentuk, luasan (*area*), jarak, maupun arahnya.

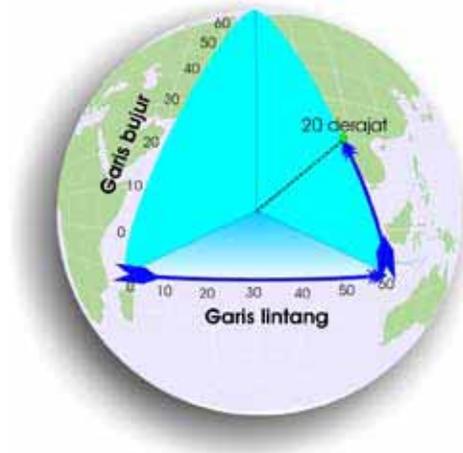


Gambar 1.5: Contoh proses proyeksi spasial

Pada suatu sistem yang berbentuk bola (*spherical*) (Gambar 1.5), garis horisontal disebut **garis lintang** atau paralel (*latitude*), sedangkan garis vertikal disebut **garis bujur** atau meridian (*longitude*). Lintang dan bujur diukur dalam satuan derajat dan tidak mempunyai standar panjang, sehingga tidak dapat digunakan untuk mengukur suatu jarak secara akurat. Hal ini dikarenakan sistem referensi ini mengukur sudut dari pusat bumi, dan bukan jarak di

permukaan bumi. Sistem koordinat semacam ini disebut **sistem koordinat geografis**.

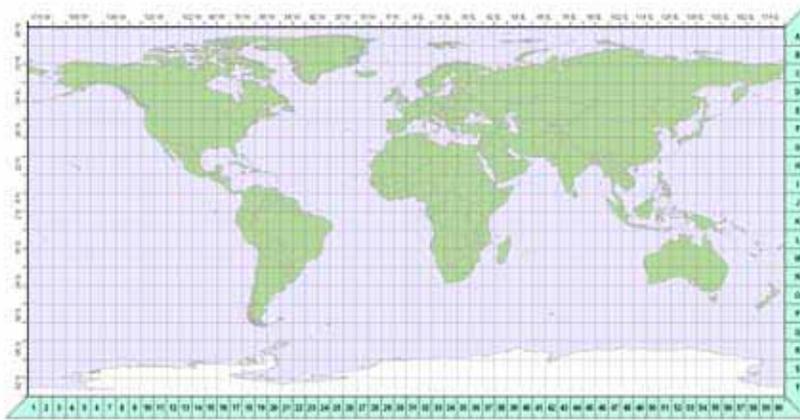
Meskipun nilai derajat suatu lintang dan bujur digunakan untuk menempatkan atau meletakkan suatu posisi secara tepat pada suatu permukaan bumi (*globe*), namun nilai derajat dalam jarak tidaklah seragam pada permukaan bumi yang datar, kecuali pada sepanjang garis katulistiwa (*equator*), dimana jarak yang direpresentasikan oleh satu derajat bujur sama dengan satu derajat lintang.



Gambar 1.6: Sistem pengukuran sperikal

Karena pengukuran pada sistem koordinat geografis sulit dilakukan, maka data geografis umumnya diproyeksikan kedalam sistem koordinat planar. Keuntungan sistem koordinat planar adalah bahwa pengukuran-pengukuran panjang, sudut, maupun luasan relatif lebih konstan dan kesalahan yang dihasilkan pun menjadi lebih kecil (Gambar 1.6).

Salah satu contoh koordinat sistem planar yang paling umum digunakan adalah sistem koordinat Universal Transverse Mercator (UTM). Sistem koordinat ini membagi permukaan bumi menjadi 60 *zone/wilayah*; masing-masing zona mempunyai lebar 6 derajat dihitung dari 180° Bujur Barat ke arah timur (zona 1 sampai dengan zona 60). Batas paralel tepi atas dan tepi bawah adalah 84° Lintang Utara dan 80° Lintang Selatan (Gambar 1.7).



Gambar 1.7: Sistem koordinat UTM

Proyeksi dan sistem koordinat planar sangat penting untuk dipahami terutama karena tingkat ketelitian pengukuran yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem koordinat perikal (geografis). Untuk aplikasi spasial pada skala kecil (misalnya desa atau kecamatan), sistem koordinat planar adalah pilihan yang tepat. Kelemahan sistem koordinat ini terletak pada sistem pembagian zona. Seringkali terjadi, suatu daerah terletak pada lebih dari satu zona dalam sistem koordinat UTM. Hal semacam ini justru menyebabkan kesalahan pengukuran yang cukup besar. Untuk kasus semacam ini, sistem koordinat perikal mungkin lebih baik untuk digunakan.

1.6 Pengelolaan basis data dalam SIG

Sebuah sistem informasi geografis yang sudah berjalan dan dikelola dengan baik, pada umumnya merupakan kumpulan data yang cukup banyak jumlahnya serta amat beragam jenis dan sumbernya. Data-data ini amat bervariasi ditinjau dari tema, sumber, skala dan resolusi, tingkat pengerjaan, dan lain sebagainya. Dalam SIG, seluruh data tersebut terintegrasi dalam sebuah sistem yang disebut **basis data spasial** (*spatial database*). Pengelolaan basis data spasial adalah inti dari sistem informasi geografis itu sendiri. Semakin baik pengelolaan basis data spasial akan semakin mudah SIG diaplikasikan. Lebih jauh lagi, kualitas keluaran dari analisa SIG akan sangat tergantung pada kualitas pengelolaan data spasial.

Satu komponen penting dalam pengelolaan basis data spasial adalah **metadata**. Metadata adalah informasi tentang sebuah data. Metadata memuat berbagai informasi penting yang sangat membantu untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut:

- Kapan sebuah data dihasilkan?
- Siapa yang membuat?
- Apa tujuan data tersebut dibuat ?
- Berapa tingkat akurasi?

Metadata akan sangat penting nilainya terutama jika sebuah basis data spasial merupakan kumpulan data yang sangat banyak. Dengan adanya metadata, berbagai kesalahan seperti duplikasi data dapat dihindarkan. Berikut ini adalah contoh metadata sederhana:



Saat ini sudah banyak terdapat perangkat lunak yang cukup handal dalam membuat metadata spasial. Salah satu contohnya adalah Geonetwork yang bisa didapatkan secara gratis. Geonetwork dapat diunduh melalui situs : <http://geonetwork-opensource.org/> .

1.7 Kesalahan (error) dalam data spasial

Sebagaimana sistem-sistem lain yang tergantung pada data sebagai input utama, kualitas analisa yang dihasilkan oleh SIG akan sangat tergantung pada kualitas sumber datanya. Kesalahan (**error**) hampir selalu ada dalam setiap data geografis. Hampir tidak dapat ditemui data geografis yang 100%

benar dan tidak memiliki kesalahan. Beberapa komponen yang penting untuk diperhatikan dalam menilai kualitas sebuah data geografis adalah tingkat kesalahan (*error*), ketidakakuratan (*inaccuracy*) dan ketidaktepatan (*imprecision*). Dalam hal ini, yang dimaksud dengan akurasi adalah tingkat kesamaan informasi dalam data geografis dengan keadaan sebenarnya. Sedangkan ketepatan (*precision*) adalah tingkat kesamaan dan ketelitian dalam hasil pengukuran yang dilakukan dalam SIG. Kesalahan (*error*) meliputi semua akibat yang ditimbulkan oleh ketidakakuratan dan ketidaktepatan.

Berbagai jenis-jenis kesalahan-kesalahan maupun ke-tidak-akuratan suatu peta antara lain sebagai berikut:

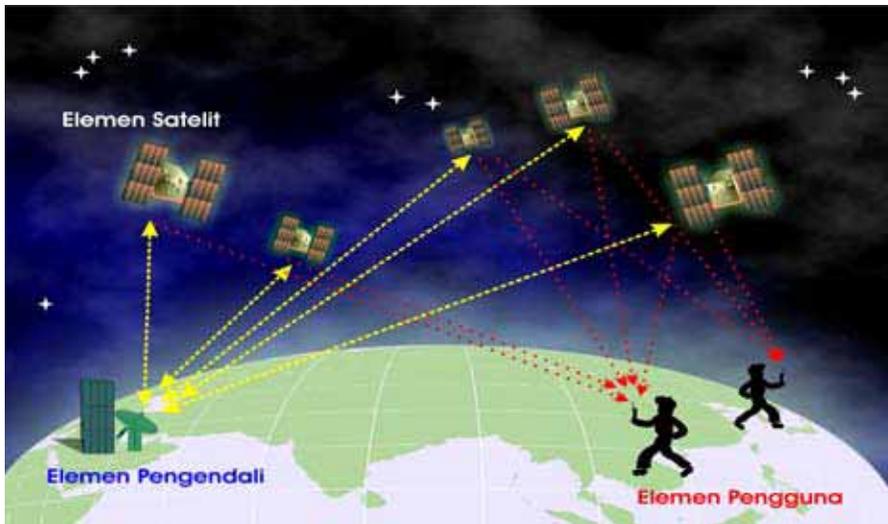
- Kesalahan atribut (*attribute errors*) yaitu kesalahan pemberian label pada suatu fitur geografis,
- Kesalahan posisi (*positioning errors*) yang merupakan kesalahan pemberian lokasi, posisi ataupun tinggi dari suatu fitur geografis,
- Ke-tidak-akuratan data yang terkait dengan waktu (*temporal inaccuracy*); sebagai misal batas suatu unit administrasi atau persil lahan mungkin tetap sama dalam kurun waktu tertentu namun informasi kepemilikannya telah berubah,
- Ke-kurang-lengkapan informasi yang terkandung pada suatu peta (*incompleteness*),
- Kesalahan konseptual (*conceptual errors*) adalah hal yang timbul akibat kesalahan interpretasi informasi dalam data spasial, salah satu contohnya adalah kesalahan dalam melakukan kategorisasi data.

Aplikasi SIG yang pada umumnya menggunakan lebih dari satu data dalam proses analisa amat rentan terhadap akumulasi kesalahan. Hal ini dikarenakan, jika beberapa data digabungkan, masing-masing dengan tingkat kesalahannya sendiri-sendiri, maka yang akan terjadi adalah akumulasi kesalahan yang cukup besar. Jika analisa SIG dilakukan secara simultan, dimana sebuah proses menggunakan keluaran dari proses sebelumnya, sebuah kesalahan yang terdapat pada sebuah data dapat mengakibatkan terjadinya kesalahan lain pada proses selanjutnya. Hal semacam ini disebut *error propagation*. Analisa yang mengukur tingkat kesalahan mutlak dilakukan dalam setiap aplikasi SIG. Bagi orang yang melakukan analisa, mengetahui tingkat dan jenis kesalahan berguna untuk dapat menentukan langkah-langkah dalam rangka memperbaiki atau paling tidak memperkecil tingkat kesalahan. Di sisi lain, bagi pengguna data, mengetahui tingkat kesalahan sebuah data spasial akan sangat penting artinya dalam menginterpretasikan dan menerapkan informasi SIG dalam berbagai hal, misalnya pengambilan keputusan dan penentuan kebijakan.

1.8 Global Positioning System (GPS)

GPS (*Global Positioning System*) adalah jaringan satelit yang secara terus menerus mentransmisikan sinyal yang dapat digunakan untuk menentukan lokasi di permukaan bumi secara tepat dengan cara mengukur jarak dan waktu tempuh sinyal dari satelit ke bumi.

Satelit yang dimaksud di atas disebut NAVSTAR (Navigation Satellite Timing and Ranging). Satelit ini diluncurkan pertama kali tahun 1971 oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat untuk tujuan militer. Sejak tahun 1980, informasi dari NAVSTAR bisa diakses secara gratis oleh masyarakat sipil sampai dengan saat ini. Terdapat 3 elemen penting dalam sistem GPS: elemen satelit (*space segment*), elemen pengendali (*control segment*) dan elemen pengguna (*user segment*) (Gambar 1.8).



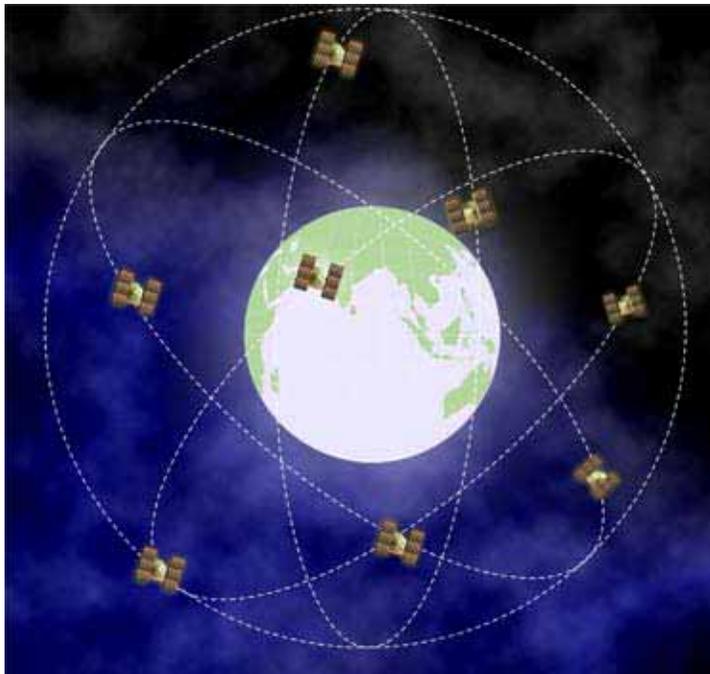
Gambar 1.8: Elemen penting dari GPS: satelit, pengendali dan pengguna

1.8.1 Elemen satelit (*space segment*)

Elemen satelit terdiri dari 24 satelit di luar angkasa (21 aktif dan 3 cadangan) yang beredar di ketinggian 19,300 km di atas permukaan bumi. Jaringan satelit ini disebut konstelasi GPS. Ketinggian tersebut dibutuhkan agar satelit dapat mencakup areal yang cukup luas. Posisi satelit tersebut di luar angkasa diatur sedemikian rupa sehingga pengguna di bumi dapat menangkap paling tidak 4 sinyal satelit setiap waktu. Setiap satelit bergerak dengan kecepatan 11,000km/jam sehingga masing-masing mampu mengitari bumi dalam waktu

12 jam. Satelit-satelit tersebut memakai radiasi matahari sebagai sumber energi dan dilengkapi dengan baterai yang mampu menyimpan daya disaat sinar matahari tidak tersedia. Setiap baterai mampu bertahan sampai sekitar 10 tahun. Satelit pertama diluncurkan tahun 1978 dan satelit ke 24 diluncurkan tahun 1994.

Setiap satelit memancarkan sinyal radio dengan frekwensi 1575.42 MHz di saluran UHF dengan daya 20-50 watts. Sebagai perbandingan, radio FM yang biasa kita dengarkan berada pada frekwensi 88-108 Mhz dengan daya 100,000 watts. Untuk bisa menangkap sinyal GPS dibutuhkan penerima (*receiver*) yang dirancang khusus untuk gelombang panjang berdaya lemah. Sinyal radio yang digunakan mampu menembus lapisan tipis seperti kaca, awan, dan plastik, tapi tidak mampu menembus lapisan yang lebih tebal, seperti dinding beton dan gunung. Karena hal inilah dibutuhkan ruang terbuka untuk dapat menerima sinyal GPS dengan baik.



Gambar 1.9: Sistem satelit NAVSTAR

1.8.2 Elemen pengendali (*control segment*)

Elemen pengendali berfungsi mengendalikan pergerakan satelit di luar angkasa. Hanya ada 5 stasion pengendali GPS di seluruh dunia.

1.8.3 Elemen pengguna (*user segment*)

Elemen pengguna adalah anda dan alat penerima sinyal GPS. Alat penerima ini disebut GPS *receiver*. GPS receiver membutuhkan paling tidak 4 buah sinyal dari 4 satelit yang berbeda untuk dapat menentukan posisi di permukaan bumi. GPS receiver modern mampu merekam sampai dengan 12 satelit sekaligus sehingga penentuan posisi menjadi sangat cepat dan akurat. Saat ini terdapat berbagai merek dan tipe GPS *receiver* dengan berbagai fungsi dan tingkat keakuratan yang berbeda-beda. Secara umum, dilihat dari tingkat akurasi hasil pengukurannya, GPS *receiver* dapat dibedakan menjadi 2 tipe: navigasi dan geodetic. GPS *receiver* tipe navigasi (Gambar 1.10) biasanya menghasilkan kesalahan pengukuran antara 5-10m. Sedangkan GPS tipe geodetic dirancang untuk dapat mengukur dengan tingkat kesalahan dibawah 1m. Tipe geodetic pada umumnya lebih mahal daripada tipe navigasi. Dalam menentukan tipe dan merek GPS yang dibutuhkan, pengguna sebaiknya menyesuaikan dengan kebutuhan dan dana yang tersedia.



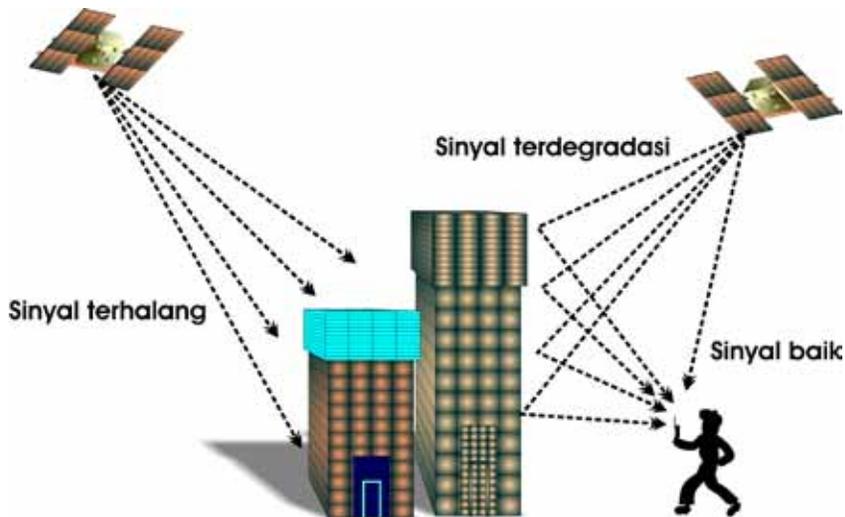
Gambar 1.10: Berbagai jenis GPS receiver

1.8.4 Bagaimana GPS bekerja ?

GPS Receiver menerima dua jenis informasi dari satelit GPS. Informasi yang pertama disebut almanak, yaitu perkiraan posisi satelit di luar angkasa yang ditransmisi secara terus menerus oleh satelit. Informasi yang kedua adalah informasi tentang jalur orbit, ketinggian, dan kecepatan satelit, informasi ini disebut ephemeris. Berdasarkan informasi ini GPS receiver menghitung jarak ke satelit dengan menggunakan waktu tempuh sinyal yang diterima. Dari sini informasi tersebut digunakan untuk menghitung posisi di permukaan bumi.

1.8.5 Sumber-sumber kesalahan

1. Hambatan di atmosfer yang memperlambat penerimaan sinyal.
2. Adanya sinyal ganda akibat pemantulan dari gedung tinggi atau pegunungan,
3. Kesalahan pengaturan jam pada receiver,
4. Kesalahan orbit satelit,
5. Rendahnya kualitas dan kuantitas sinyal satelit yang diterima receiver; semakin banyak sinyal semakin akurat hasil pengukuran GPS,
6. Sinyal yang terdegradasi; sebelum tahun 2002, Amerika Serikat sebagai pemilik NAVSTAR mengaktifkan sistem degradasi sinyal yang mencegah pihak lain di luar AS untuk mendapatkan pengukuran yang akurat. Sejak 2002, aturan ini dicabut sehingga akurasi GPS meningkat menjadi 6-12m.



Gambar 1.11: Kesalahan akibat adanya halangan dalam penerimaan sinyal

1.9 Sekilas tentang perangkat lunak SIG

Perangkat lunak (*software*) untuk SIG cukup banyak tersedia. Masing-masing dengan kelebihan dan kekurangannya sendiri-sendiri. Karena perkembangan teknologi dan ilmu pengetahuan yang menyangkut SIG, perangkat lunak yang ada umumnya menitikberatkan pada salah satu atau beberapa fungsi SIG saja. Beberapa perangkat lunak hanya dapat dipergunakan untuk analisa, tapi tidak untuk manajemen basis data spasial. Beberapa yang lain bahkan hanya menitikberatkan pada penyajian data (misalnya SIG berbasis internet)

dan tidak memiliki fungsi analisa sama sekali. Semakin lengkap fungsi yang tersedia dalam sebuah perangkat lunak, pada umumnya akan semakin mahal harga dari perangkat lunak tersebut. Memahami fungsi-fungsi yang tersedia, penting bagi pengguna dalam memilih perangkat lunak yang tepat. Pilihan terbaik tentunya adalah perangkat lunak yang memiliki fungsi paling sesuai dengan kebutuhan pengguna. Tidak bijaksana untuk membeli perangkat lunak dengan fungsi yang sangat banyak tetapi hanya sedikit dari fungsi tersebut yang penting untuk pengguna.

Perangkat lunak SIG, sebagaimana perangkat lunak di bidang lainnya, juga dapat dibedakan dalam dua kelompok besar: komersial dan tak berbayar (gratis). Hampir seluruh perangkat lunak SIG yang bisa didapatkan secara gratis adalah perangkat lunak terbuka (*open source*), dimana pengguna dapat memodifikasi sendiri fungsi-fungsi dalam perangkat lunak tersebut untuk kebutuhan khusus. Diantara perangkat lunak komersial, saat ini yang paling banyak dikenal adalah perangkat lunak yang diproduksi oleh ESRI (*Environmental Systems Research Institute*), MapInfo, dan AutoDesk. Harga perangkat lunak SIG komersial, walaupun seringkali berubah, berkisar antara 400-2000 US\$. Adapun pada kelompok perangkat lunak *open source*, beberapa yang paling dikenal diantaranya adalah GRASS, MapWindow, QuantumGIS, ILWIS, dan lain-lain. Penting untuk diperhatikan, bahwa walaupun perangkat lunak *open source* bisa didapatkan tanpa biaya apapun, tidak berarti dalam penggunaannya sama sekali tidak membutuhkan dana. Perangkat lunak *open source* umumnya membutuhkan waktu yang cukup untuk mempelajarinya, dikarenakan sistem dan cara penggunaan berbeda dengan software komersil. Untuk pengguna yang belum pernah menggunakan perangkat lunak SIG dan tidak memiliki dukungan dana yang cukup, perangkat lunak *open source* adalah pilihan yang tepat. Akan tetapi untuk pengguna yang telah mahir menggunakan perangkat lunak komersil, perlu diperhitungkan waktu yang dibutuhkan untuk berpindah ke perangkat lunak *open source*. Dalam seri buku ini akan dijelaskan secara mendalam, berbagai analisa SIG dengan menggunakan perangkat lunak ILWIS (*Integrated Land and Water Information System*). Penjelasan mengenai ILWIS dapat ditemukandalam Bab 3.

1.10 Sekilas tentang perangkat keras SIG

Selain perangkat lunak (*software*), SIG juga membutuhkan tersedianya perangkat keras (*hardware*). Perangkat keras yang utama adalah perangkat komputer. Perangkat komputer untuk SIG membutuhkan spesifikasi sumber daya yang cukup tinggi utamanya dari komponen *processor*, kapasitas memori, dan ruang penyimpanan. Spesifikasi yang dimaksud diatas akan sangat tergantung pada:

- Jenis perangkat lunak yang digunakan. Semakin banyak fungsi yang terdapat dalam sebuah perangkat lunak, umumnya akan semakin tinggi kebutuhan sumberdaya komputer yang diperlukan.
- Jenis analisa yang akan dilakukan. Beberapa analisa SIG sangat membutuhkan tersedianya kapasitas memori yang tinggi, karena banyaknya jumlah perhitungan spasial dalam analisa tersebut.
- Jumlah data yang dipergunakan dalam analisa. Semakin banyak jumlah data yang digunakan dalam sebuah proses analisa SIG, semakin tinggi kapasitas penyimpanan yang dibutuhkan.

Harga perangkat komputer dengan spesifikasi yang sesuai untuk SIG berkisar antara 500-1500 US\$. Amat penting untuk mengetahui apakah perangkat komputer yang dimiliki pengguna sesuai untuk melakukan analisa SIG.

Selain perangkat komputer, perangkat keras lainnya yang diperlukan dalam SIG tetapi bersifat pilihan (*optional*) antara lain: *digitizer*, *GPS receiver*, *printer/plotter*, dan lain-lain.

1.11 Sekilas tentang pengguna SIG

Pengguna (*brainware*) adalah komponen terpenting dalam SIG. Pengguna menentukan jenis analisa yang dilakukan, menjalankan analisa tersebut, menginterpretasi hasil analisa, dan menyajikan hasil analisa dalam bentuk yang komunikatif. Pengguna dapat dikategorikan dalam dua kelompok besar: pelaku analisa (*analyst/operator*) dan pengguna informasi (*user*). *Analyst/operator* SIG sebaiknya memiliki pengetahuan yang mencukupi dalam berbagai bidang ilmu, walaupun bidang ilmu yang paling berkaitan dengan SIG antara lain adalah: geografi, matematika, statistik, dan lain-lain. Hal ini dikarenakan banyak dimensi dalam aplikasi SIG yang menyangkut berbagai bidang keilmuan. *Analyst/operator* juga sebaiknya memiliki pengetahuan dan ketrampilan mengoperasikan komputer yang cukup.

Pada sisi *user*, pandangan bahwa menggunakan SIG sulit dan membutuhkan keahlian tinggi, adalah tidak benar. Pada kenyataannya beberapa fungsi SIG dapat digunakan secara mudah bahkan bagi pengguna yang awam. Hal ini dibuktikan oleh pengguna perangkat lunak gratis Google Earth yang semakin hari semakin banyak jumlahnya. Pada akhirnya, tujuan utama SIG adalah menyediakan informasi bagi semua orang, bukan hanya ahli geografi. Aplikasi SIG yang baik mampu menyediakan informasi yang akurat, tepat guna, dan informatif.



BAB 2

Konsep Dasar Penginderaan Jarak Jauh

Bab ini membahas :

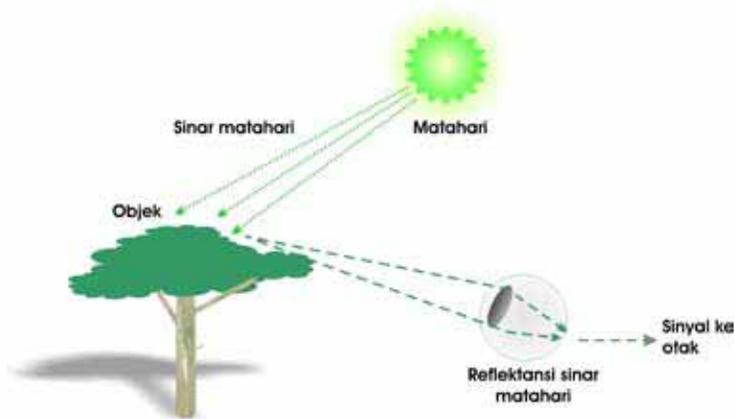
- Konsep perekaman data penginderaan jarak jauh
- Struktur informasi dalam data penginderaan jarak jauh
- Konsep resolusi spasial, resolusi spektral dan resolusi temporal
- Interpretasi data penginderaan jarak jauh
- Proses pengolahan citra satelit

Secara sederhana, penginderaan jarak jauh (*Remote Sensing-PJJ*) dapat didefinisikan sebagai:

“ilmu tentang pengamatan dan pengumpulan informasi mengenai obyek di permukaan bumi, dengan menggunakan sensor tertentu tanpa kontak langsung dengan obyek yang diamati”. Hal ini dilakukan dengan menangkap dan merekam pantulan cahaya atau sumber energi lain, serta menginterpretasi, menganalisa dan mengaplikasikan data yang terekam.

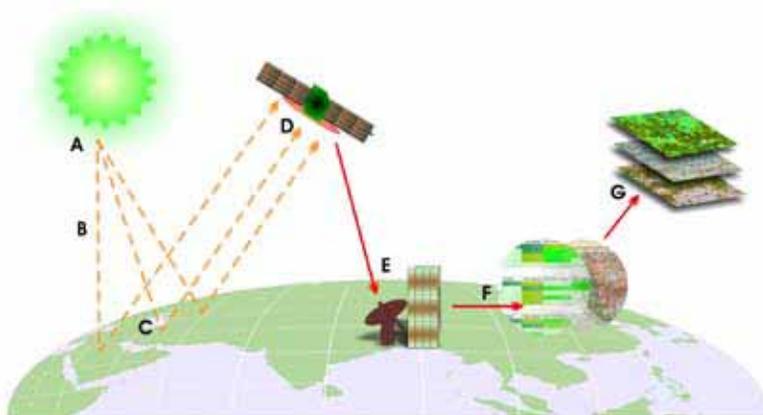
Konsep PJJ amat mirip dengan cara kerja mata manusia. Sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 2.1, mata manusia menangkap pantulan cahaya matahari oleh sebuah obyek, merekamnya kemudian meneruskan informasi tersebut ke otak untuk diproses dan dianalisa sehingga obyek tersebut dapat

'terlihat'. Dalam hal ini mata kita bertindak sebagai sensor yang menangkap pantulan cahaya oleh obyek tersebut.



Gambar 2.1: Analogi penginderaan jarak jauh dengan cara kerja mata manusia

Dalam PJJ, yang berfungsi sebagai sensor adalah kamera yang terpasang pada platform dalam hal ini biasanya satelit atau pesawat terbang. Sensor dan satelit yang berada di luar angkasa menangkap pancaran sinar matahari yang dipantulkan oleh obyek di permukaan bumi, merekamnya dan memproduksi data penginderaan jauh yang lazim disebut citra satelit. Apabila platform yang dipakai adalah pesawat terbang, citra yang dihasilkan biasanya disebut foto udara.



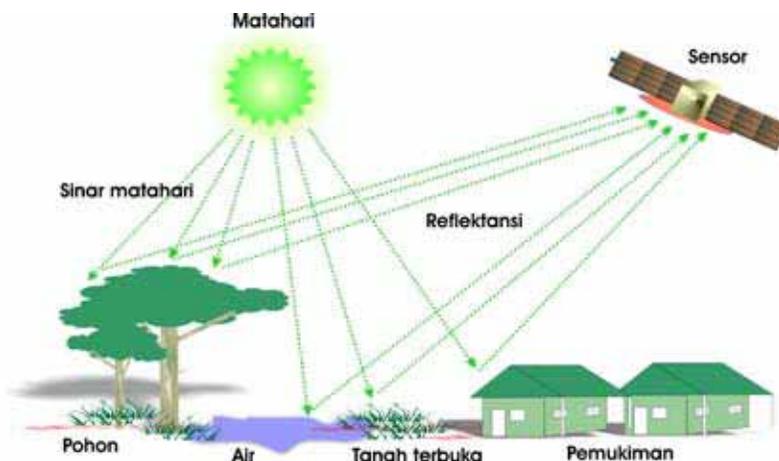
Gambar 2.2: Skema proses pengambilan data pada penginderaan jarak jauh

Ada beberapa elemen penting dalam PJJ sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 2.2, yaitu:

- Sumber energi (A)
- Radiasi dan atmosfer (B)
- Interaksi dengan obyek (C)
- Perekaman oleh sensor (D)
- Transmisi dan proses (E)
- Interpretasi dan analisa (F)
- Aplikasi (G)

2.1 Sumber energi

Cahaya matahari merupakan sumber energi bagi aplikasi penginderaan jauh optikal. Matahari memancarkan energi alami yang dipantulkan atau diserap oleh obyek-obyek di permukaan bumi. Sistem penginderaan jauh yang menggunakan sumber informasi dari pantulan cahaya matahari disebut **sensor pasif** (Gambar 2.3).

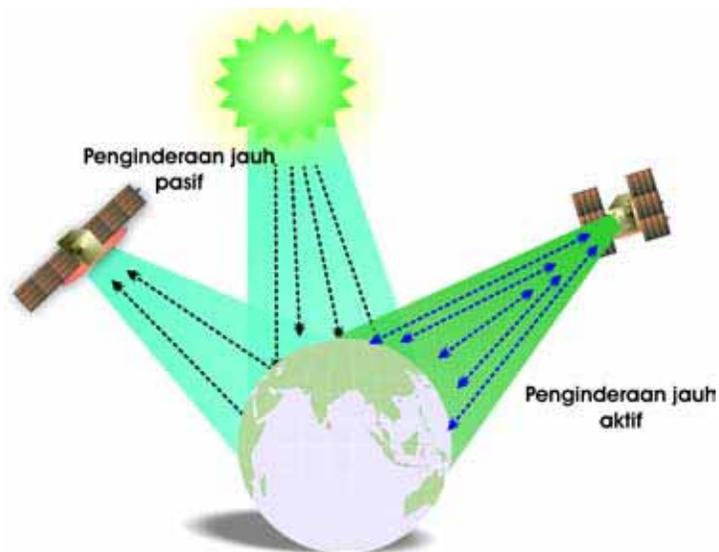


Gambar 2.3: Penginderaan jauh menggunakan sumber energi cahaya matahari

Selain itu dikenal juga sistem PJJ yang memancarkan energi sebagai bagian dari sistem; sistem semacam ini disebut **sensor aktif**. Contoh yang paling umum adalah teknologi RADAR (Radio Detection and Ranging). Sensor radar memancarkan gelombang mikro ke permukaan bumi dan merekam pantulan dari gelombang tersebut. Sensor aktif tidak terpengaruh oleh pergantian siang dan malam dan mampu menembus halangan di atmosfer

karena sifat panjang gelombangnya yang lebih panjang daripada spektrum sinar matahari. Gambar 2.4 mengilustrasikan perbedaan antara sensor aktif dan pasif.

Kelebihan dari sensor pasif adalah tampilan dari hasil perekaman yang mirip dengan hasil foto biasa, dimana obyek-obyek di permukaan bumi mudah dikenali secara visual tanpa alat bantu apapun. Hal ini disebabkan, yang terekam oleh sensor pasif sebagai adalah gelombang sinar tampak (350-780 nm). Sebaliknya pada sensor aktif, tampilan dari hasil perekaman seringkali sulit dikenali secara visual karena gelombang panjang (0.75 mm- 1,1 cm) yang digunakan. Kelebihan dari sensor aktif adalah kemampuannya mengatasi kendala-kendala atmosfer seperti awan, kabut, dan asap. Sensor aktif juga dapat digunakan pada malam hari. Sebaliknya sensor pasif amat tergantung pada tersedianya sinar matahari yang mencukupi pada saat perekaman. Didamping itu sensor pasif juga amat tergantung pada kondisi atmosfer. Pada kondisi dimana terdapat kabut atau awan yang tebal, maka hasil perekaman akan sangat buruk.



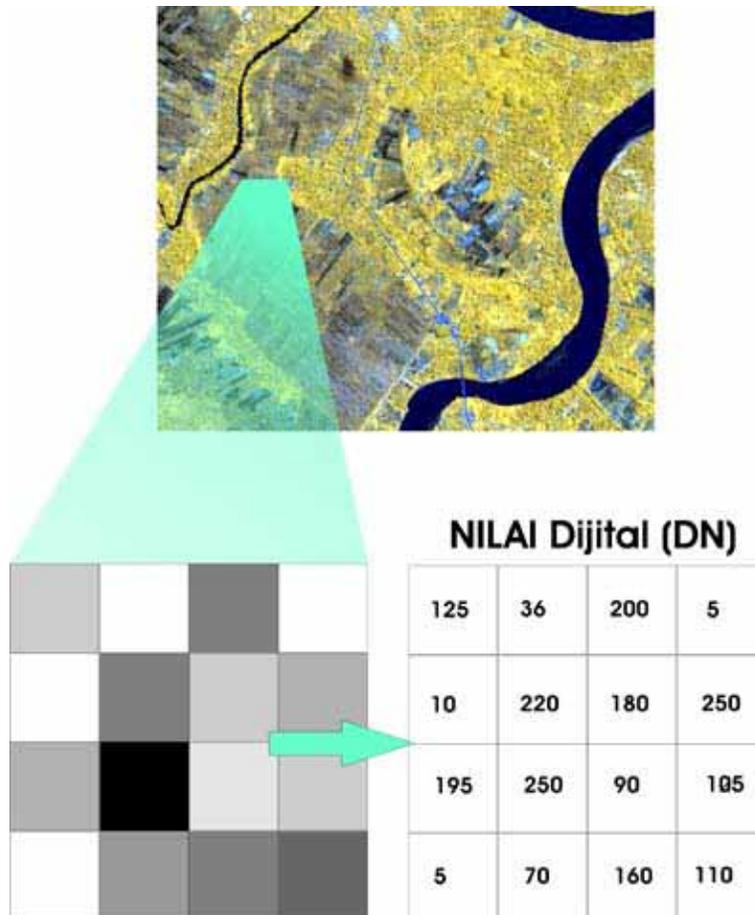
Gambar 2.4: Ilustrasi penginderaan jauh pasif dan aktif

2.2 Citra digital

Data hasil perekaman PJJ lazim disebut citra. Sebuah citra adalah representasi dua dimensi dari permukaan bumi yang dilihat dari luar angkasa. Terdapat dua macam citra: analog dan digital. Citra analog membutuhkan proses pencetakan sebelum dapat dianalisa, contoh dalam hal ini adalah foto udara.

Citra digital mengandung informasi dalam format digital, contohnya adalah citra satelit yang kita kenal saat ini.

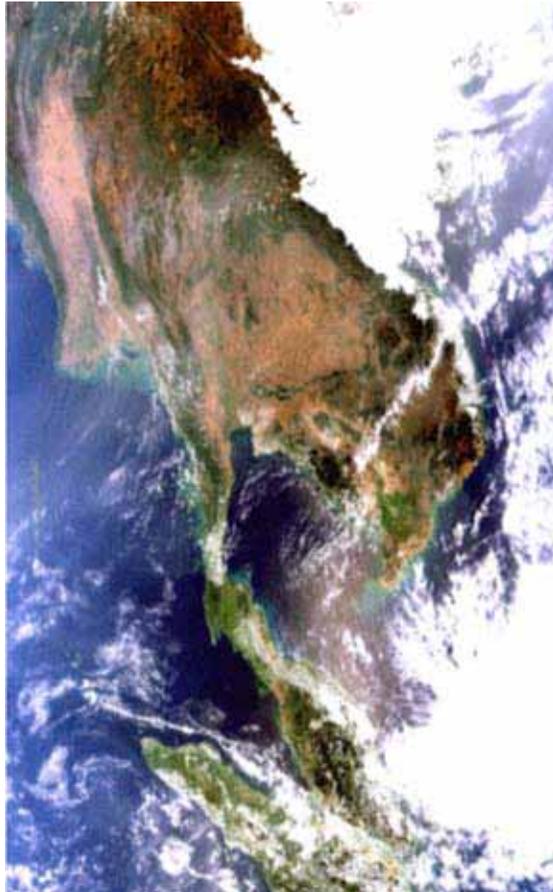
Citra digital dibangun oleh struktur dua dimensi dari elemen gambar yang disebut piksel. Setiap piksel memuat informasi tentang warna, ukuran dan lokasi dari sebagian/sebuah obyek. Informasi warna pada piksel disebut angka digital (*digital number-DN*). DN menggambarkan ukuran atau intensitas cahaya atau gelombang mikro yang ditangkap oleh sensor. Informasi lokasi didapatkan dari kolom dan lajur piksel yang dihubungkan dengan posisi geografis sebenarnya.



Gambar 2.5: Piksel dan nilai digital

2.3 Resolusi spasial

Ukuran terkecil sebuah obyek di permukaan bumi yang diwakili oleh sebuah piksel disebut resolusi spasial. Resolusi spasial sangat penting dalam penginderaan jauh, karena menentukan tingkat kedetailan obyek yang dapat diamati dari sebuah citra. Jika resolusi spasial sebuah data adalah 30 m maka obyek terkecil yang dapat diamati tidak mungkin berukuran lebih kecil dari 30 x 30 m. Semakin tinggi resolusi citra semakin detail informasi yang bisa diperoleh.

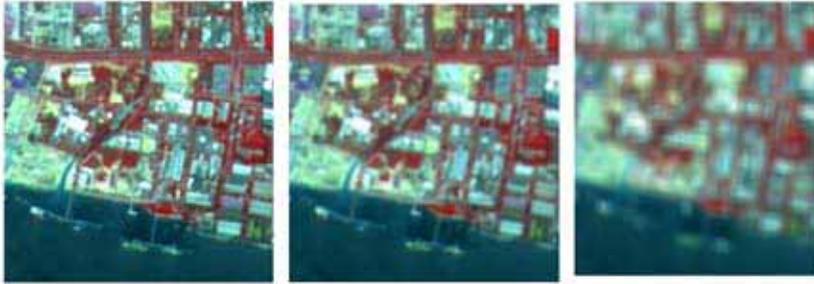


Gambar 2.6: Citra resolusi rendah (500 m) MODIS yang menunjukkan kawasan Sumatra dan Malaysia



Gambar 2.7. Citra resolusi tinggi IKONOS (1 m) memperlihatkan tingkat informasi yang sangat detail

Resolusi spasial seringkali disamakan dengan ukuran piksel, akan tetapi pada kenyataannya dua hal ini sangat berbeda. Gambar 2.8 dibawah memperlihatkan perbedaan ini. Citra yang paling kiri memiliki resolusi spasial 10 m dengan ukuran piksel 10 m. Citra berikutnya memiliki resolusi spasial yang lebih rendah (30 m) akan tetapi dengan ukuran piksel yang sama (10 m). Citra ketiga memiliki resolusi spasial yang lebih rendah lagi, dengan ukuran piksel yang tetap sama. Dapat dilihat bahwa ukuran piksel tidak menentukan tingkat kedetailan informasi yang bisa didapatkan. Tingkat kedetailan informasi, ditentukan oleh tinggi rendahnya resolusi spasial. Resolusi spasial sendiri amat tergantung pada jenis sensor yang digunakan untuk merekam permukaan bumi. Sensor-sensor tertentu seperti IKONOS dan Quickbird memang dirancang untuk menghasilkan data dengan resolusi spasial yang tinggi. Sebaliknya, sensor-sensot Thematic Mapper pada Landsat dirancang untuk menghasilkan data dengan resolusi menengah.



Gambar 2.8:Resolusi dan ukuran piksel

Citra satelit juga memiliki keterbatasan dalam hal jenis obyek yang bisa dibedakan dari segi warna dan intensitas cahaya. Keterbatasan ini disebut resolusi radiometrik. Secara teknis resolusi radiometrik menerangkan seberapa banyak informasi dari pantulan obyek yang mampu direkam. Informasi dari pantulan ini biasanya disimpan dalam beberapa saluran yang umum disebut kanal (*band*). Indikator termudah untuk melihat berapa tinggi resolusi radiometrik sebuah data adalah dengan melihat jumlah kanal yang dimiliki. Semakin tinggi resolusi radiometrik, semakin kaya informasi yang terekam di dalamnya. Citra yang memiliki resolusi radiometrik paling rendah dan hanya dapat menampilkan data dalam format 'hitam putih' disebut citra pankromatik. Citra dengan resolusi radiometrik menengah disebut citra multispektral, contohnya dalam hal ini adalah Landsat dan SPOT. Citra dengan resolusi radiometrik sangat tinggi disebut citra hiperspektral, contohnya LIDAR (*Light Detection and Ranging*).

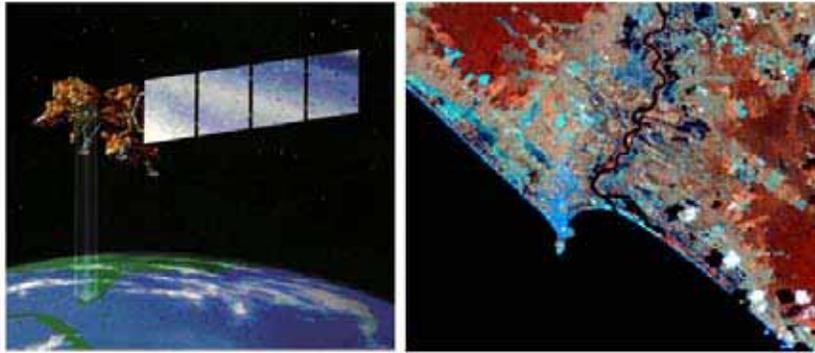
Satelit yang mengitari bumi akan merekam satu tempat yang sama dalam kurun waktu beberapa hari. Jangka waktu yang dibutuhkan sebuah satelit untuk kembali merekam posisi yang sama di muka bumi disebut resolusi temporal. Semakin tinggi resolusi temporal, semakin banyak data yang dapat dikumpulkan dari satu tempat dalam satu kurun waktu. Data multitemporal sangat berguna untuk kegiatan monitoring lahan dan kajian perubahan lahan.

2.4 Jenis Sensor Dalam Penginderaan jauh

Secara singkat, jenis sensor dalam penginderaan jauh dapat dibedakan menjadi 3 jenis, berdasarkan penggunaannya, menjadi:

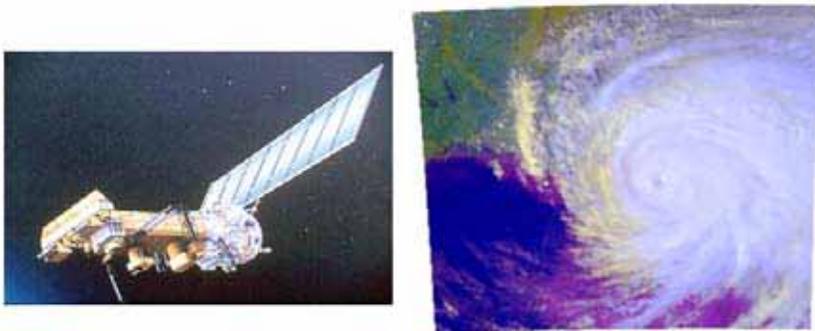
- Sensor pengamatan lahan (*land observation sensor*)
- Sensor pengamatan cuaca (*weather observation sensor*)
- Sensor pengamatan maritim (*marine observation sensor*)

Contoh sensor pengamatan lahan yang paling banyak digunakan saat ini adalah Landsat. Landsat pertama kali diluncurkan tahun 1971 dengan nama ERTS-1. Sejak saat itu berturut turut diluncurkan beberapa satelit pengganti sampai dengan Landsat 5 dan 7 yang saat ini masih beroperasi.



Gambar 2.9: Satelit Landsat dan contoh datanya

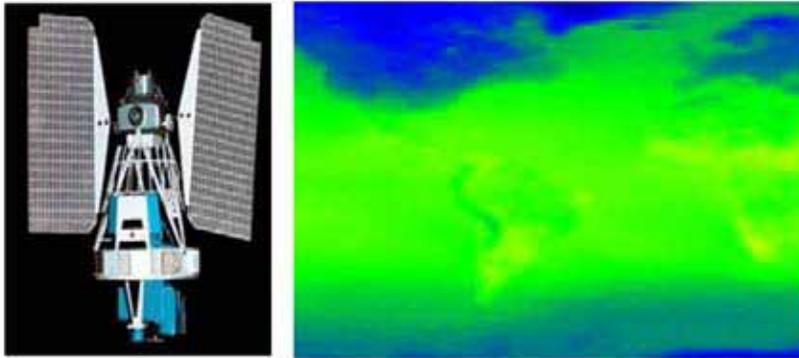
Sensor pengamatan cuaca banyak digunakan untuk aktivitas pemantauan atmosfer dan peramalan cuaca. Satelit pengamatan cuaca biasanya memiliki resolusi spasial yang rendah, cakupan perekaman yang luas dan resolusi temporal yang tinggi. Contoh satelit pengamatan cuaca adalah NOAA-AVHRR, dengan resolusi spasial 1km. NOAA AVHRR memiliki resolusi temporal sangat tinggi dengan kemampuan mengitari bumi 14 kali dalam satu hari (Gambar 2.10).



Gambar 2.10: Satelit NOAA dan contoh datanya

Laut dan perairan menutupi hampir 2/3 permukaan bumi, oleh karena itu dibutuhkan sensor khusus yang dapat digunakan untuk mengamati kondisi

laut dan perairan. Contoh sensor semacam ini adalah Nimbus-CZCS (Coastal zone Colour Scanner). Resolusi spasialnya 825m dengan 6 kanal dan resolusi temporal 6 hari (Gambar 2.11).



Gambar 2.11. Satelit Nimbus dan contoh datanya

2.5 Aplikasi data penginderaan jauh (PJ) untuk Pengelolaan sumber daya alam

Data penginderaan jarak jauh (PJJ) amat lazim digunakan dalam kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan pengelolaan sumber daya alam (*natural resources management*). Hal ini dikarenakan data PJJ memuat kondisi fisik dari permukaan bumi yang dapat dikuantifikasi/dianalisa sehingga menghasilkan informasi faktual tentang sumber daya yang ada dalam skala luas dan dilakukan berulang kali untuk keperluan pemantauan. Data PJJ merupakan sumber paling utama data dinamis dalam SIG. Beberapa contoh aplikasi yang dimungkinkan oleh data PJJ adalah sebagai berikut:

- Pemetaan tutupan lahan,
- Analisa perubahan tutupan lahan: analisa deforestasi, ekspansi perkebunan, perkembangan kota, dan lain-lain,
- Analisa dampak bencana,
- Penghitungan cadangan karbon (carbon stock) dan emisinya,
- Penghitungan biofisik vegetasi: kerapatan tegakan, jumlah tegakan, biomasa, dan lain-lain,
- Identifikasi dan analisa infrastruktur: jumlah dan panjang jalan, jumlah rumah, luasan pemukiman dan lain-lain.

Dari semua contoh diatas, informasi yang paling umum dihasilkan dari data PJJ untuk aplikasi sumber daya alam adalah informasi penggunaan dan tutupan lahan (*land cover and land uses*). Penting untuk diketahui bahwa istilah '**tutupan lahan**' (*land cover*) tidaklah sama dengan '**penggunaan**

lahan' (land use). Tutupan lahan berhubungan dengan kondisi biofisik yang ada di permukaan bumi, sedangkan penggunaan lahan berhubungan dengan aktivitas manusia pada cakupan lahan tertentu. Untuk mudahnya, sebagai contoh: "kelapa sawit" adalah informasi tutupan lahan, sedangkan "perkebunan" adalah informasi penggunaan lahan. Dalam contoh lainnya: "hutan primer" adalah informasi tutupan lahan, sedangkan "hutan lindung" adalah informasi penggunaan/fungsi lahan. Informasi tutupan lahan merupakan informasi yang diturunkan langsung dari data PJJ, sedangkan informasi mengenai penggunaan lahan biasanya diperoleh dari kombinasi antara data PJJ dan data ataupun informasi lain. Dalam materi pelatihan ini akan dibahas langkah-langkah yang diperlukan untuk menghasilkan informasi tutupan lahan dari data PJJ.

2.6 Struktur data penginderaan jauh

Sebagaimana dijelaskan pada bagian 2.3, data PJJ menyajikan informasi dalam bentuk piksel, dimana masing-masing piksel memiliki informasi yang disajikan dalam bentuk nilai digital (*digital number/DN*). Pada umumnya, DN direkam dengan menggunakan rentang nilai 0-255. Dalam hal ini 0 adalah obyek tergelap (memantulkan sinari matahari paling sedikit dan menyerap sinar matahari paling banyak) yang ditangkap oleh sensor dan 255 adalah obyek yang paling terang.

Hampir setiap satelit yang menghasilkan data PJJ memiliki lebih dari satu sensor. Masing-masing sensor memiliki kemampuan perekaman yang berbeda. Kemampuan perekaman ini berhubungan dengan panjang gelombang sinar matahari yang bisa ditangkap oleh sensor. Sebagai contoh, pada citra Landsat sebagian sensor dibuat untuk menangkap pantulan sinar matahari oleh non-vegetasi, sedangkan sensor lainnya lebih ditujukan untuk merekam data dari area bervegetasi. Sensor-sensor ini disebut saluran/kanal, dalam bahasa lebih populer adalah *band*.

2.7 Sistem Satelit Landsat

Satelit Landsat merupakan salah satu satelit yang bertujuan memantau sumber daya lahan yang dikembangkan oleh NASA dan Departemen Dalam Negeri Amerika Serikat. Sistem satelit Landsat dibahas secara khusus pada bagian ini karena citra Landsat merupakan citra yang paling banyak digunakan dalam pembuatan peta tutupan lahan dan aplikasi lainnya. Hal ini dikarenakan optimalnya kombinasi antara ketiga resolusi yang telah dibahas sebelumnya. Resolusi spasial dari citra Landsat cukup baik (30 m), dan kombinasi sensor radiometriknya pun cukup tinggi (mempunyai 9 kanal). Disamping itu

cakupan area per lembar (*scene*)-nya cukup luas sehingga efisien untuk digunakan dalam aplikasi pemetaan di area yang besar. Resolusi temporal Landsat adalah 16 hari dan karena jangka waktu pengoperasian yang cukup lama, Landsat memiliki kelengkapan data historis amat baik. Harga citra Landsat pun tidak terlalu mahal. Sebagian data yang diambil dalam kurun waktu 1970-2002 dapat diperoleh secara gratis melalui situs Global Landcover Facility (GLCF- <http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>). Bahkan, pada bulan April 2008, Departemen Geology dan Survey Amerika Serikat (United States Geological Surver/USGS) mengumumkan bahwa seluruh koleksi data Landsat selama 35 tahun masa aktifnya akan dapat diakses oleh publik secara cuma-cuma pada akhir tahun 2008. Data-data tersebut dapat diakses melalui situs <http://glovis.usgs.gov> dan <http://earthexplorer.usgs.gov>

Kelemahan citra Landsat terletak pada sensor yang bersifat pasif. Kualitas data yang dihasilkan oleh sensor-sensor Landsat amat tergantung pada kondisi atmosfer pada saat perekaman. Adanya awan, kabut dan asap, atau gangguan atmosfer lainnya akan mengakibatkan menurunnya kualitas data yang dihasilkan. Hal ini terutama terjadi di daerah tropis di sekitar garis khatulistiwa, dimana tutupan awan tinggi dan merata sepanjang tahun sehingga mempersulit pengamatan lahan menggunakan Landsat. Pada akhir tahun 2002, salah satu pemindai (*scanner*) pada sensor Landsat 7 Enhanced Thematic Mapper+ (ETM+) mengalami kerusakan, yang mengakibatkan timbulnya kesalahan yang disebut *striping* yaitu garis tanpa data yang terletak vertical searah garis pemindaian. Sampai hari ini kesalahan sensor tersebut belum dapat diperbaiki. Hal ini merupakan permasalahan lainnya dalam penggunaan Landsat.

Sensor pada penginderaan jauh dikenal dengan istilah *band* atau kanal. Pada sistem satelit Landsat, masing-masing kanal berfungsi merekam pantulan sinar matahari dengan panjang gelombang yang beragam. Oleh karena itu masing-masing kanal pada Landsat memiliki fungsi yang spesifik. Tabel 2.1 menguraikan secara umum fungsi dari masing-masing kanal citra Landsat untuk interpretasi lahan danutupannya.

2.8 Citra satelit dan tutupan lahan

Sebagaimana dijelaskan pada bagian sebelumnya, sebagian besar data citra satelit adalah hasil perekaman pantulan sinar matahari oleh permukaan bumi. Pantulan sinar matahari ini direkam dalam bentuk nilai digital (*digital number/DN*). Nilai digital amat bervariasi tergantung dari jenis permukaan bumi yang memantulkan sinar matahari. Sebagai contoh, pantulan dari atap rumah di kawasan pemukiman sangat berbeda nilai digitalnya dengan pantulan dari kanopi pohon di kawasan hutan. Perbedaan nilai pantulan dari

masing-masing obyek di permukaan bumi dikenal dengan istilah ciri spektral (*spectral signature*). Untuk mudahnya, ciri spektral dapat dilihat dari adanya perbedaan warna berbagai obyek di permukaan bumi yang ditampilkan melalui citra satelit. Adanya perbedaan nilai pantulan inilah yang memungkinkan kita untuk melakukan pemetaan tutupan lahan dengan membedakan dan mengenali ciri spektral dari masing-masing obyek. Dibutuhkan beberapa proses untuk dapat menerjemahkan nilai spektral menjadi informasi tutupan lahan. Keseluruhan proses ini disebut proses **interpretasi citra satelit**.

Tabel 2.1 Saluran Citra Landsat TM

Band	Kisaran Gelombang (μm)	Kegunaan Utama
1	0,45 – 0,52	Penetrasi tubuh air, analisis penggunaan lahan, tanah, dan vegetasi. Pembedaan vegetasi dan lahan.
2	0,52 – 0,60	Pengamatan pantulan vegetasi dari zat hijau daun. Pengamatan ini dimaksudkan untuk membedakan jenis vegetasi dan untuk membedakan tanaman sehat terhadap tanaman yang tidak sehat
3	0,63 – 0,69	Kanal terpenting untuk membedakan jenis vegetasi. Saluran ini terletak pada salah satu daerah penyerapan klorofil
4	0,76 – 0,90	Kanal yang peka terhadap biomasa vegetasi. Juga untuk identifikasi jenis tanaman. Memudahkan pembedaan tanah dan tanaman serta lahan dan air.
5	1,55 – 1,75	Kanal penting untuk pembedaan jenis tanaman, kandungan air pada tanaman, kondisi kelembapan tanah.
6	2,08 – 2,35	Untuk membedakan formasi batuan dan untuk pemetaan hidrotermal.
7	10,40 – 12,50	Klasifikasi vegetasi, analisis gangguan vegetasi. Pembedaan kelembapan tanah, dan keperluan lain yang berhubungan dengan gejala termal.
8	Pankromatik	Studi kota, penajaman batas linier, analisis tata ruang

2.9 Langkah-langkah interpretasi citra

Sebagaimana disebutkan diatas, interpretasi citra satelit terdiri dari sekumpulan langkah yang saling berkaitan untuk menghasilkan informasi yang akurat. Secara umum terdapat 4 langkah utama dalam proses interpretasi untuk menghasilkan informasi tutupan lahan:

1. Pra pengolahan citra satelit
2. Pengolahan citra satelit
3. Klasifikasi
4. Analisa data pasca klasifikasi

2.9.1 Pra-pengolahan citra satelit

Langkah pertama dalam proses interpretasi adalah **pra pengolahan citra**. Langkah ini dilakukan untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan yang selalu ada pada data citra satelit yaitu: **kesalahan radiometrik** dan **kesalahan geometrik**.

Kesalahan radiometrik adalah kesalahan perekaman nilai pantulan sinar matahari akibat faktor atmosfer, kerusakan sensor, arah dan intensitas cahaya matahari, pengaruh topografi, dan lain-lain. Efek dari kesalahan ini membuat nilai piksel yang ditampilkan oleh citra satelit bukanlah nilai murni pantulan yang sebenarnya, akan tetapi nilai pantulan yang dipengaruhi kesalahan radiometrik. **Kesalahan geometrik** adalah kesalahan penempatan piksel akibat pengaruh geometrik, misalnya: faktor kelengkungan bumi, faktor kerusakan sensor, dan lain-lain. Kesalahan ini mengakibatkan obyek yang ditunjukkan oleh citra satelit tidak dikorelasikan dengan posisi sebenarnya di permukaan bumi. Untuk memperbaiki kesalahan-kesalahan ini, diperlukan pra pengolahan citra satelit. Kesalahan radiometrik diperbaiki dengan proses **koreksi radiometrik**. Sedangkan kesalahan geometrik diperbaiki dengan **koreksi geometrik/rektifikasi**.

2.9.2 Koreksi radiometrik

Koreksi radiometrik adalah proses untuk meniadakan gangguan (*noise*) yang terjadi akibat pengaruh atmosferik maupun karena pengaruh sistematis perekaman citra. Terdapat berbagai macam metode untuk melakukan koreksi radiometrik pada citra satelit. Metode yang paling sederhana disebut metode **dark object subtraction (DOS)**. DOS mengasumsikan bahwa nilai digital obyek tergelap di permukaan bumi haruslah nol. Pada kenyataannya, nilai digital pada masing-masing kanal (band) di sebuah citra satelit tidak selalu nol. Koreksi radiometrik menggunakan DOS dilakukan dengan mengurangi nilai digital pada masing-masing kanal sehingga didapatkan nilai nol untuk obyek dengan pantulan terendah.

Jika y adalah nilai spektral masing-masing piksel dan kisarannya adalah y_{\min} – y_{\max} , maka koreksi radiometrik menggunakan DOS adalah

$$y_{\text{koreksi}} = y - y_{\min}$$

Misalnya, kanal/band 1 di citra Landsat memiliki rentang nilai antara 25 – 230. Nilai minimum 25 merupakan kesalahan karena nilai seharusnya adalah nol. Koreksi radiometrik dilakukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Nilai piksel terkoreksi} = \text{nilai piksel} - 25$$

Selain metode DOS, masih banyak metode lain yang dapat digunakan untuk melakukan koreksi radiometrik. Berikut penjelasan singkat mengenai metode-metode tersebut:

- **Koreksi relatif**

Merupakan proses koreksi radiometrik yang dilakukan pada citra dengan sensor yang sama akan tetapi direkam pada waktu yang berbeda. Proses koreksi dilakukan dengan membangun korelasi berdasarkan nilai spektral pada lokasi-lokasi yang tidak mengalami perubahan di kedua citra tersebut. Koreksi ini biasanya dilakukan untuk dalam proses pemetaan tutupan lahan multiwaktu (*time series*)

- **Koreksi absolut**

Sebagaimana telah dijelaskan, dalam proses perekaman data, sensor penginderaan jauh akan merubah nilai pantulan sinar matahari menjadi nilai digital, umunya pada skala 0-255. Koreksi absolut mengubah kembali nilai digital menjadi nilai pantulan sinar matahari yang sebenarnya. Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam koreksi absolut antara lain sudut elevasi matahari, jarak bumi-matahari, dan sebagainya.

- **Koreksi atmosfer**

Koreksi atmosfer merupakan salah satu algoritma koreksi radiometrik yang relatif baru. Koreksi ini dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai parameter atmosfer dalam proses koreksi. termasuk faktor musim, dan kondisi iklim di lokasi perekaman citra (misalnya tropis, sub-tropis, dan lain-lain). Secara umum dapat dikatakan bahwa koreksi atmosfer merupakan pengembangan dari koreksi absolut. Kelebihannya adalah pada kemampuannya untuk memperbaiki gangguan atmosfer seperti kabut tipis, asap, dan lain-lain.

2.9.3 Koreksi geometrik

Koreksi geometrik dilakukan dengan mengasosiasikan piksel pada citra satelit dengan lokasi sebenarnya di permukaan bumi. Pada penerapannya, lokasi tersebut ini biasanya dilambangkan oleh titik yang diukur langsung pada obyek tertentu yang mudah dikenali pada citra misalnya: persimpangan jalan, percabangan sungai, dan lain-lain). Titik koreksi ini dikenal dengan sebutan titik kontrol lapangan (*ground control point/GCP*). Setiap GCP akan mengasosiasikan satu posisi pada citra satelit dengan posisi sebenarnya di permukaan bumi. Terdapat dua metode koreksi geometrik: koreksi geometrik dari citra ke peta dan koreksi geometrik dari citra ke citra. Perbedaan mendasar dari dua metode ini adalah sumber informasi yang digunakan untuk menghasilkan GCP. Pada koreksi geometrik dari citra ke peta, GCP dihasilkan dari peta yang memiliki koordinat. Sedangkan pada metode koreksi citra ke citra, GCP dihasilkan dari citra satelit lain yang telah terkoreksi.

2.9.4 Pengolahan citra satelit

Data citra satelit pada kenyataannya tidak mudah untuk diinterpretasi. Bayangkan, untuk citra Landsat misalnya, ada 255 nilai digital yang berbeda dari 7 kanal yang ada. Jika dikombinasikan maka jumlah informasi yang tersedia adalah 255×7 . Jumlah ini banyak sekali dan hampir mustahil untuk diinterpretasi dengan mudah. Pengolahan citra satelit dilakukan untuk menghasilkan data awal yang dapat menyederhanakan informasi citra satelit. Terdapat banyak sekali metode pengolahan citra (*image processing*). Dalam pelatihan ini metode yang akan dibahas adalah metode pembuatan indeks vegetasi dan transformasi citra yang paling umum digunakan.

2.9.5 Klasifikasi

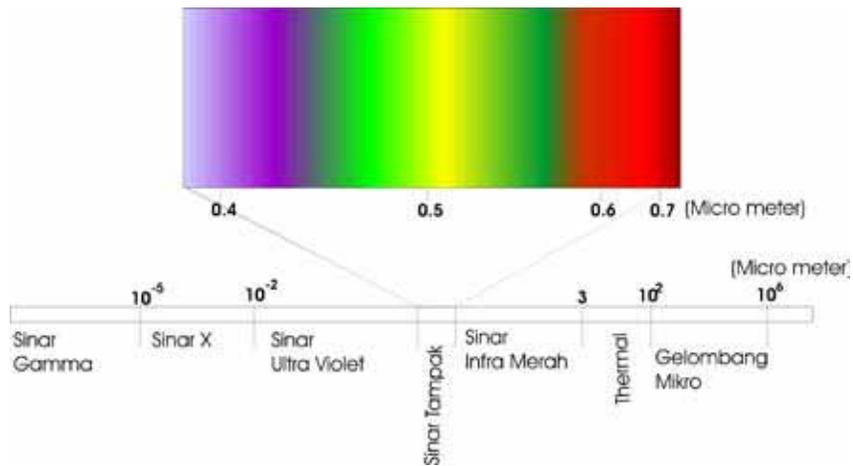
Klasifikasi adalah proses utama yang diperlukan untuk menghasilkan peta tutupan lahan dari citra satelit. Proses ini amat menentukan tingkat akurasi dan kedetailan informasi yang dihasilkan. Prinsip dasar proses klasifikasi adalah mengelompokkan piksel ke dalam kelas-kelas yang berbeda dan memberikan label atau nama pada kelas-kelas tersebut berdasarkan pengenalan elemen-elemen obyek yang ada pada kelas-kelas tersebut. Elemen-elemen obyek pada citra satelit yang digunakan untuk proses klasifikasi dan interpretasi citra adalah:

1. Warna

Warna adalah parameter utama yang amat membantu proses interpretasi citra satelit. Warna tertentu dapat diasosiasikan dengan tipe tutupan lahan tertentu. Perlu diketahui bahwa spektrum warna yang tampak oleh mata manusia hanyalah sebagian kecil dari keseluruhan spektrum gelombang yang ada, kelompok kecil disebut sinar tampak (*visible spectrum*) (Gambar 2.12). Pada data PJJ, spektrum warna yang tersedia berkisar antara kelompok sinar tampak sampai dengan kelompok sinar/gelombang infra merah. Kombinasi antara sinar tampak dan sinar infra merah dapat menghasilkan kombinasi warna yang memungkinkan untuk melakukan pemisahan tipe-tipe tutupan lahan.

2. Bentuk (*shape*)

Bentuk berkaitan dengan ciri keruangan sebuah obyek, konfigurasi, dan batasnya. Bentuk adalah parameter pembantu lainnya dalam proses interpretasi. Bentuk obyek sungai amat berbeda dengan bentuk sebuah kelompok pemukiman. Bentuk batas hutan yang tidak teratur juga amat berbeda dengan perkebunan yang cenderung teratur.



Gambar 2.12. Spektrum warna dan gelombang lainnya

3. Ukuran (*size*)

Ukuran dapat berupa jarak, panjang, lebar, atau luasan sebuah obyek. Ukuran dapat membantu memisahkan obyek-obyek tertentu yang sulit dipisahkan hanya dengan menggunakan warna dan bentuk saja. Misalnya, ukuran sebuah kelompok pertanian rakyat akan amat berbeda dengan perkebunan milik perusahaan, sekalipun tutupan lahannya serupa.

4. Tekstur

Tekstur dapat didefinisikan secara sederhana sebagai frekwensi perubahan warna pada sekelompok obyek yang dianalisa. Tekstur biasanya dikelompokkan menjadi "**kasar**" atau "**halus**". Hutan umumnya terlihat dalam tekstur yang cenderung kasar di sebuah citra satelit. Hal ini terjadi karena struktur pepohonan yang heterogen. Sebaliknya perkebunan sawit akan terlihat bertekstur halus dikarenakan umur dan jenis tanaman yang seragam

5. Pola (*Pattern*)

Pola adalah pengaturan keruangan obyek-obyek di permukaan bumi. Pola yang cenderung teratur dan berulang mengindikasikan tipe tutupan lahan yang dikelola secara intensif. Sebaliknya pola yang acak dan tidak seragam dapat merupakan indikasi adanya sistem pertanian berpindah dan lain sebagainya.

6. Bayangan

Bayangan timbul akibat sudut datang sinar matahari atau akibat topografi dan lereng. Untuk interpretasi citra beresolusi tinggi, bayangan amat

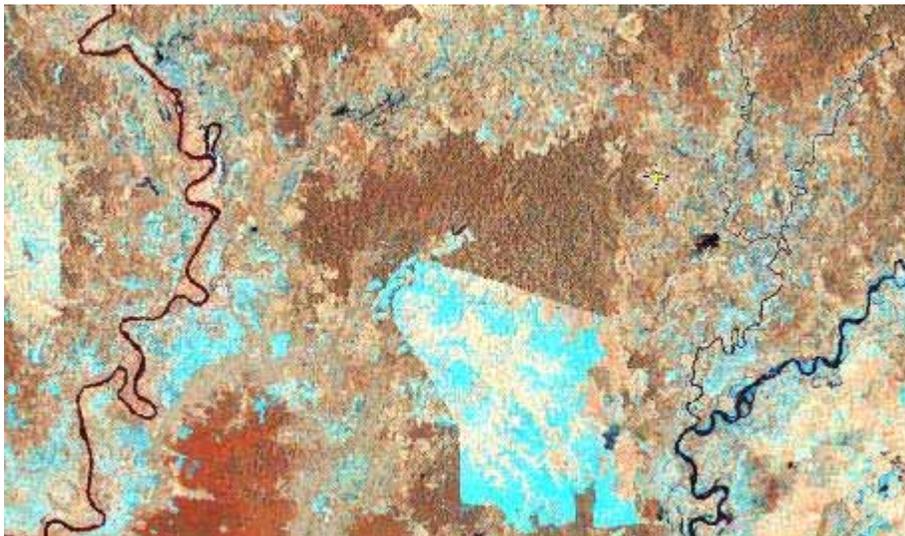
membantu menegaskan bentuk sebuah obyek. Akan tetapi pada citra satelit dengan resolusi rendah sampai menengah, bayangan seringkali mengganggu proses interpretasi karena menurunkan nilai spektral suatu area.

7. Situs/ lokasi (*site*)

Situs menunjukkan lokasi sebuah obyek. Misalnya, di sebelah utara desa, pinggir sungai dan lain-lain. Situs biasanya digunakan bersama-sama dengan elemen lain dalam proses interpretasi.

8. Asosiasi

Asosiasi dapat diartikan sebagai keterkaitan antara obyek yang satu dengan yang lain. Karena adanya keterkaitan itu maka terlihatnya suatu obyek pada citra sering merupakan petunjuk bagi obyek yang lain.



Gambar 2.13. Contoh tampilan citra satelit. Di dalamnya terlihat berbagai elemen interpretasi.

2.10 Analisa data pasca klasifikasi

Secara umum proses pasca klasifikasi memiliki 2 tujuan: (i) menghitung tingkat kesalahan dari informasi yang dihasilkan, dan (ii) melakukan analisa maupun pemodelan sesuai dengan tujuan dan permasalahan yang ingin dipecahkan dengan menggunakan hasil klasifikasi sebagai salah satu input datanya.

Tingkat akurasi data hasil pengolahan citra satelit diukur dengan membandingkannya dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Tentu saja tidak

semua lokasi pada citra dapat dicek di lapangan. Oleh karena itu penarikan sampel yang baik perlu dilakukan dan selanjutnya analisa statistik sederhana bisa dipergunakan untuk menghitung nilai akurasi. Analisa ini dilakukan dengan membuat matriks kesalahan untuk menghitung jumlah sampel yang terklasifikasi dengan benar pada citra satelit. Matriks kesalahan ini umum disebut *confusion matrix*. Ukuran tingkat akurasi biasanya disajikan dengan angka persentase yang menunjukkan estimasi jumlah informasi yang benar. Perlu diperhatikan bahwa dalam interpretasi citra satelit, adalah mustahil untuk menghasilkan data dengan tingkat kebenaran 100%. **Selalu ada kesalahan dalam proses penarikan informasi dari citra satelit.** Hal yang perlu dilakukan adalah menekan tingkat kesalahan sampai serendah mungkin, dengan berbagai teknik dan dengan metode iterasi. Sebagai bagian dari proses iterasi, apabila tingkat akurasi lebih rendah dari yang bisa diterima, maka proses klasifikasi harus diulangi dengan penambahan data maupun informasi dari lapangan.

Adapun kegunaan dari tingkat akurasi ini, antara lain untuk mengindikasikan tingkat kepercayaan yang bisa diharapkan dari data hasil klasifikasi maupun turunannya dan analisa selanjutnya. Selain itu tingkat akurasi juga dipakai untuk mengkomunikasikan hasil pada tataran teknis untuk didiskusikan lebih lanjut, terutama dalam hal perbaikan metode klasifikasi.

Berbagai analisa dan pemodelan menggunakan data tutupan lahan yang dihasilkan dari klasifikasi citra satelit telah banyak dibahas baik dalam makalah ilmiah maupun prosedur praktis yang dipakai dalam proses pengambilan keputusan. Analisa sederhana dapat berupa tabulasi-silang (*cross tabulation*) antar beberapa peta tutupan lahan dari berbagai waktu/tahun pengambilan, untuk mengetahui kecenderungan perubahan tutupan lahan.

Dengan metode tumpang-susun (*overlay*), dapat dilakukan analisa sederhana terhadap informasi perubahan tutupan lahan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti:

- Berapa luasan hutan di kawasan lindung?
- Berapa banyak deforestasi terjadi di kawasan budidaya?
- Dimana saja terjadi deforestasi ? dan sebagainya.

Model ataupun analisa yang lebih rumit biasanya menggabungkan data-data tersebut dengan data lain seperti data infrastruktur, demografi, sosial-ekonomi, dan sebagainya.



BAB 3

Pengenalan Perangkat Lunak ILWIS

Bab ini membahas :

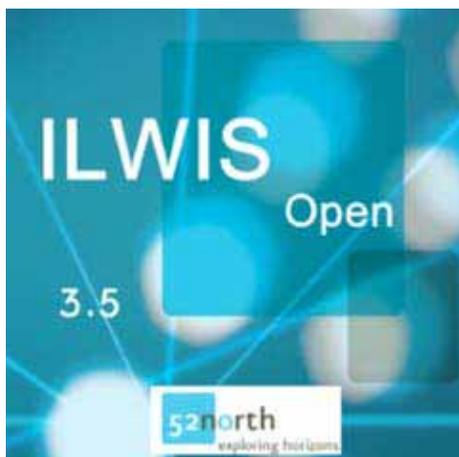
- Proses instalasi ILWIS
- Proses pengaktifan ILWIS
- Struktur data dalam ILWIS

Seperti telah disinggung dalam Pendahuluan, buku ini ditujukan bagi praktisi perencanaan keruangan terintegrasi antara perubahan lahan dan pembangunan yang berbasis sumber daya alam, terutama dari pihak pemerintahan kabupaten dan para pihak lainnya. Setelah melalui berbagai pertimbangan tentang aspek positif dan negatifnya, mencocokkan antara pilihan alat dan kebutuhan, biaya, kemudahan pemakaian dan kelengkapan fasilitas, pilihan kami akan perangkat lunak SIG jatuh pada ILWIS (*Integrated Land and Water Information System*).

Kemudian dengan melalui proses penyiapan materi dan beberapa kegiatan pelatihan untuk para pihak di tingkat pemerintahan kabupaten di Aceh Barat, evaluasi kami dan saran berbagai pihak, penulis menyimpulkan bahwa perangkat lunak ILWIS sesuai dalam menjawab kebutuhan akan perangkat

SIG dan PJJ yang murah, mudah, dan mujarab untuk perencanaan keruangan, penggunaan lahan dan pembangunan yang terintegrasi

ILWIS adalah perangkat lunak pengolahan data GIS dan penginderaan jauh yang dikembangkan oleh ITC (*International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation*). ITC adalah lembaga pendidikan tinggi dan pusat kajian geografi, ilmu bumi dan penginderaan jauh yang berlokasi di kota Enschede, Belanda. ILWIS merupakan paket pengolahan citra satelit, analisa spasial dan pemetaan digital yang lengkap, terintegrasi, dan mudah dipelajari. Lebih penting lagi, sejak bulan Juli 2007 ILWIS mengalami alih status menjadi perangkat lunak *open source* dan non komersial. ILWIS bisa dipergunakan, diperbanyak, dan disebarluaskan tanpa harus mengeluarkan biaya apapun. Data instalasi ILWIS dapat diunduh dengan gratis pada situs 52°North (<http://52north.org/>). 52°North atau lebih lengkapnya 52°North Initiative for Geospatial Open Source Software adalah lembaga kajian internasional yang memiliki misi untuk mempromosikan aplikasi *open source* SIG untuk kepentingan penelitian dan pendidikan.



Gambar 3.1: Logo Software ILWIS versi 3.5

3.1 Instalasi ILWIS

Proses instalasi ILWIS dapat dilakukan dengan sangat mudah. Data instalasi tersedia dalam CD yang menyertai buku ini maupun dari situs 52°North yang disebutkan diatas. Langkah-langkah instalasi ILWIS adalah sebagai berikut:

1. Masukkan CD ke dalam perangkat computer. Proses autorun akan dijalankan secara otomatis dan menu pada gambar 3.2 akan tampil pada layar. Klik menu 'Install ILWIS 3.5'. Pada layar komputer anda akan muncul tampilan berikut:



Gambar 3.2: Tampilan Awal Auto Run Dari CD



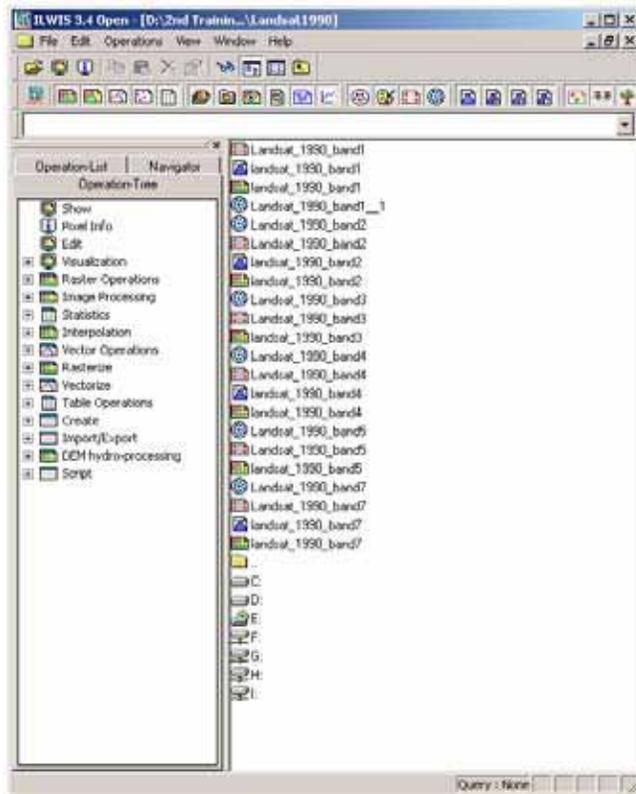
Gambar 3.3: Jendela Awal Proses Instalasi ILWIS

2. Untuk tahap ini biarkan pengaturan sebagaimana ditunjukkan oleh gambar di atas dan klik Next.
3. Buka 'Windows Explorer' dan arahkan ke folder `C:\Program Files\N52\SetupILWIS\`, klik kanan pada file `ILWIS30.exe` dan pilih 'Send to Desktop'. Shortcut ILWIS akan muncul pada *desktop* anda.

3.2 Mengaktifkan ILWIS

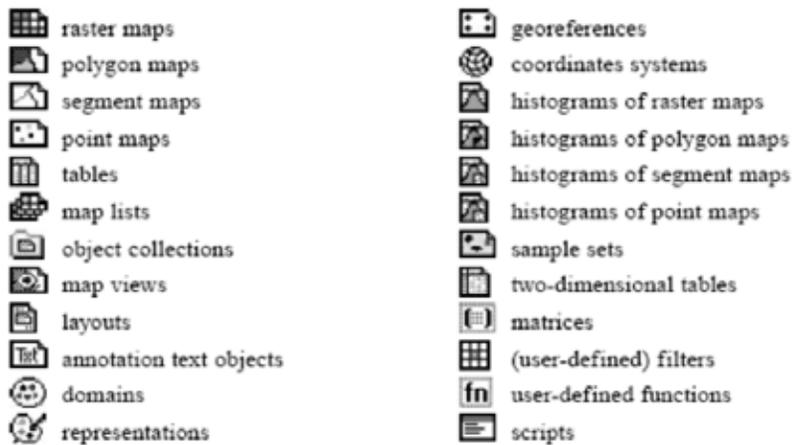
Setelah instalasi selesai dilakukan, ILWIS dapat diaktifkan dengan cara sebagai berikut:

1. Klik-dua kali pada shortcut ILWIS di desktop anda. ILWIS akan aktif dan jendela pada gambar 3.2 akan tampil:



Gambar 3.4 Jendela utama ILWIS

2. Pada tahap ini, anda dapat mengeksplorasi jendela-jendela dan fasilitas yang disediakan ILWIS. Jendela yang muncul, sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3.4, disebut **Catalog** dan merupakan jendela utama ILWIS yang berisikan fungsi-fungsi utama, pilihan format data, dan fasilitas-fasilitas lain dalam ILWIS. Pada panel sebelah kanan terdapat berbagai simbol data atau dalam dunia ILWIS disebut **object**, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3.4. Pada panel sebelah kiri terdapat tiga buah *Tab*, yaitu **Operation-Tree**, **Operation-List**, dan **Navigator**. Dua Tab yang disebutkan pertama kali memuat fungsi-fungsi pengolahan data spasial yang disediakan ILWIS. Sedangkan tab **Navigator** memiliki fungsi yang mirip dengan *Windows Explorer*, yaitu menampilkan dan mengorganisasi data-data berdasarkan susunan direktori pada komputer yang digunakan.
3. Perhatikan dan cobalah bereksplorasi dengan simbol-simbol penting pada ILWIS (Gambar 3.5). Gunakan fasilitas '*Help*' bilamana diperlukan, dan bukalah *ILWIS User Guide* (disertakan dalam CD) sesering mungkin.



Gambar 3.5: Simbol-simbol penting pada ILWIS

3.3 Struktur Data Dalam ILWIS

Secara umum, struktur data dalam ILWIS dapat digolongkan menjadi 2: **data vektor dan data raster**. Data vektor atau dalam bahasa ILWIS **model vektor**, didefinisikan oleh sekelompok koordinat geografis x dan y . **Data raster** diorganisasi berdasarkan grid dan piksel. Masing-masing grid dan piksel memuat informasinya sendiri-sendiri. Penjelasan lebih lengkap mengenai tipe data spasial sudah dijelaskan pada Bab 1. Yang penting untuk diperhatikan demi kelancaran proses kerja dalam ILWIS adalah simbol dari masing-masing tipe data sebagaimana ditunjukkan pada gambar 3.5.

3.4 Tentang Domain

Domain adalah istilah dalam ILWIS yang mengacu pada tipe atau jenis informasi yang disajikan oleh suatu data spasial. Semua tipe data/obyek dalam ILWIS harus memiliki sebuah *domain*. Tipe domain yang paling penting dalam ILWIS adalah : **class domain (domain kelas)**, **identifier domain (domain identitas/id)**, **value domain (domain nilai)** dan **image domain (domain citra)**.

- Domain kelas dipergunakan untuk data spasial yang mempergunakan informasi kelas, contohnya peta tanah, peta geologi, peta tutupan lahan dan lain-lain. Biasanya jumlah kelas tidak banyak dan tidak mempunyai nilai,
- Domain nilai dipergunakan untuk data spasial yang mengandung informasi nilai, pengukuran, atau hasil perhitungan. Contoh data semacam ini misalnya peta ketinggian, peta populasi, dan lain-lain.

- Domain identitas adalah domain yang dipergunakan untuk data spasial yang mengandung informasi yang unik untuk setiap bagian di dalamnya. Misalnya peta administrasi, peta jalan, peta ruas sungai dan lain-lain.
- Domain citra digunakan untuk data yang berbentuk raster, misalnya citra satelit, foto udara dan lain-lain. Informasi yang terkandung adalah nilai *digital number* hasil perekaman sensor satelit.

Bagi pembaca yang merupakan pengguna SIG dan telah terbiasa dengan perangkat lunak tertentu, konsep domain mungkin merupakan konsep yang relatif baru, dan terasa agak menyulitkan. Akan tetapi sebenarnya, pendefinisian domain pada awal proses analisa SIG merupakan investasi pengguna dalam melakukan pengolahan dan analisa data, serta memperkecil kemungkinan terjadinya kesalahan akibat tipe informasi yang serupa tapi tak sama.

Keterangan dan contoh-contoh lebih lanjut mengenai struktur dan domain akan dijelaskan pada bab-bab selanjutnya. Pada tahapan ini, pembaca yang sudah memiliki pengalaman menggunakan SIG disarankan untuk bereksplorasi secara mandiri dan membaca *ILWIS User Guide* yang tersedia.



BAB 4

Membuat dan Memasukkan Data Spasial ke Dalam ILWIS

Bab ini membahas :

- Pengenalan proses digitasi
- Proses persiapan digitasi layar dengan ILWIS
- Digitasi titik dan garis pada ILWIS
- Digitasi poligon pada ILWIS
- Proses perbaikan (editing) pada ILWIS

Analisa data menggunakan SIG membutuhkan masukan data-data yang relevan dan berkualitas. Sebagaimana yang telah dijelaskan pada Bab 1, basis data spasial secara umum mencakup dua jenis data: data spasial yang merepresentasikan kenampakan geografis (titik, garis/segmen, dan area) dan data atribut (informasi deskripsi). Pembuatan data dan proses mengintegrasikan data ke dalam SIG merupakan tahapan terpenting dan seringkali paling banyak menyita waktu. Seperti telah disinggung sebelumnya, kelengkapan, keakuratan dan kemutakhiran suatu basis data spasial akan menentukan kualitas analisis dan produk akhir dari aplikasi SIG. Oleh karena itu proses pemasukkan data sebaiknya dilakukan dengan penuh kehati-hatian Dan tingkat pemahaman yang tinggi akan data yang dimasukkan.

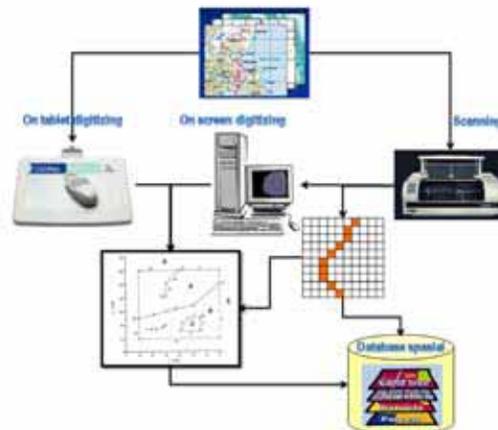
Dalam ILWIS, proses pemasukkan data dapat dilakukan dengan berbagai cara:

- *Digitasi*, jika sumber data original adalah dalam bentuk peta analog,
- *Scanning*, jika kita ingin menggunakan cetakan kertas dari suatu produk citra satelit, foto udara, peta, maupun gambar,
- *Importing*, jika kita ingin mengimport peta SIG yang dihasilkan oleh software lain.

4.1 Pengenalan tentang digitasi

Metode yang paling umum digunakan untuk memasukkan data spasial ke dalam perangkat lunak SIG seperti ILWIS adalah dengan cara digitasi. Fitur spasial pada peta analog (seperti peta topografi) atau dokumen lain dalam bentuk analog (seperti hasil interpretasi foto udara pada plastik transparansi atau media yang lain) dapat dimasukkan ke dalam ILWIS melalui proses digitasi.

Secara garis besar, proses digitasi dapat dilakukan melalui dua cara: (i) digitasi menggunakan meja digitizer (*on tablet digitizing*), (ii) digitasi pada layar komputer (*on screen digitizing*). Dengan cara yang pertama, peta analog langsung dikonversikan ke dalam bentuk data digital menggunakan meja digitizer sedangkan dengan cara yang kedua, pada peta analog dilakukan proses scanning untuk selanjutnya dilakukan proses *on screen digitizing*. Gambar 4.1. menunjukkan alur proses digitasi dari peta analog dengan menggunakan kedua cara tersebut.



Gambar 4.1: Metode digitasi: konversi dari peta analog menjadi bagian database SIG digital

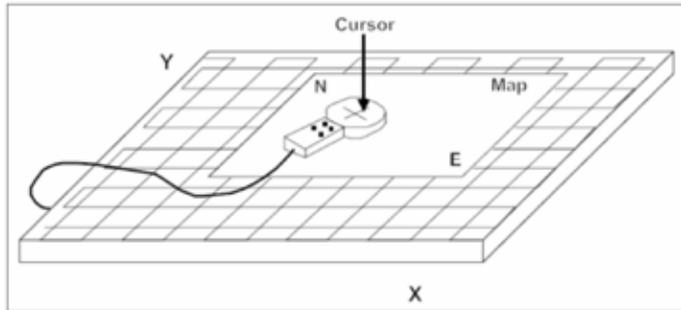
4.2 Mempersiapkan proses digitasi

Langkah-langkah yang diperlukan sebelum memulai proses digitasi:

- Menentukan batas studi area,
- Menentukan koordinat sistem yang dipakai untuk proses registrasi atau referensi,
- Identifikasi kenampakan geografis, atribut, serta layer apa saja yang diperlukan untuk analisis,
- Merancang kodifikasi dan organisasi atribut-atribut,
- Menentukan skala peta yang ingin dihasilkan. Proses ini amat penting dalam metode digitasi pada layar

4.3 Digitasi menggunakan meja *digitizer*

Digitizer adalah alat yang dipergunakan untuk merekam pada media hasil cetakan kedalam bentuk digital. Sebuah *digitizer* mempunyai kursor untuk melakukan *tracing* fitur spasial. Posisi kursor digitasi secara elektronik diregistrasikan dengan presisi dalam hitungan milimeter. Hal ini dilakukan melalui sebuah kabel halus yang terdapat di permukaan alat digitizer (Gambar 4.2.). Kabel-kabel vertikal merekam koordinat-koordinat X, sedangkan kabel yang horisontal merekam koordinat-koordinat Y. Range atau rentang nilai koordinat digitizer tergantung antara lain pada densitas atau kerapatan jaringan pada suatu kabel, dimana hal ini menentukan resolusi dari sebuah digitizer. Kursor pada digitizer terdiri dari jendela dengan *cross-hair* dan sejumlah tombol (paling tidak ada empat tombol yang diperlukan). Ketika kita menekan tombol-tombol tersebut, suatu signal elektronik akan ditransmisikan dan posisi 'cross-hair' akan direkam oleh satu dari kabel horisontal dan oleh satu kabel yang vertikal. Melalui mekanisme ini, suatu pasangan koordinat (X, Y koordinat) dalam unit digitizer didefinisikan dan dikirim ke komputer. Gambar 4.3. menunjukkan contoh meja *digitizer*. Proses digitasi menggunakan meja digitizer merupakan cara yang lebih akurat untuk memasukkan data. Saat ini metode digitasi dengan menggunakan meja digitasi relatif jarang digunakan, salah satunya dikarenakan harga dari sebuah meja digitasi yang cukup mahal. Buku ini tidak membahas secara khusus mengenai metode digitasi menggunakan meja digitasi. Bagi pembaca yang berminat untuk mempelajari lebih lanjut cara digitasi menggunakan meja digitizer, kami sarankan untuk melihat pada: situs berikut : http://www.ncgia.ucsb.edu/cctp/units/dig_tutorial/tutorial_f.html.



Gambar 4.2: Standar suatu alat digitizer



Gambar 4.3: Beberapa contoh *digitizer*

4.4 Melakukan digitasi layar (*on screen digitizing*)

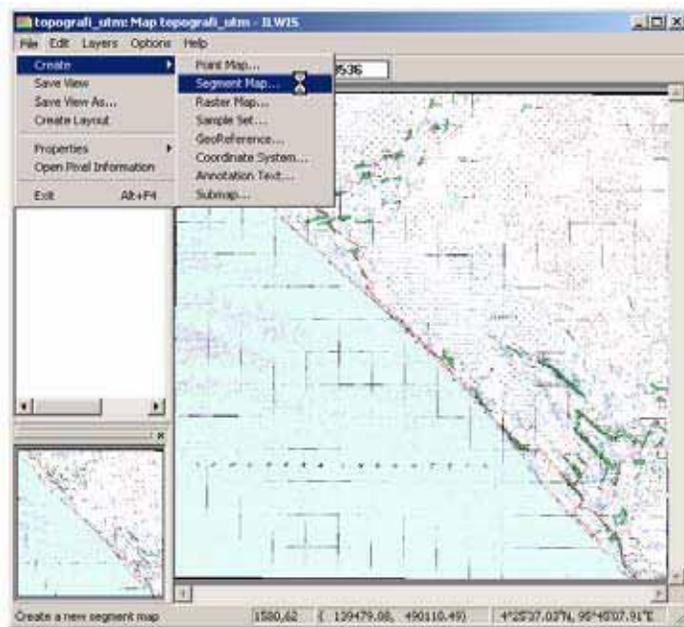
Pada bagian ini akan dibahas tentang metode digitasi pada layar komputer terhadap peta analog yang merupakan hasil proses *scanning*. Contoh peta analog yang akan digunakan pada bagian ini adalah peta topografi. Data-data yang akan digunakan dalam latihan pada bagian ini disertakan di dalam CD.

4.4.1 Langkah-langkah Digitasi Garis (*Segment*)

Proses digitasi yang akan dijelaskan pada bagian ini adalah proses digitasi garis atau dalam istilah ILWIS: *segment*. Langkah-langkah untuk melakukan digitasi *segment* atau garis adalah sebagai berikut:

1. Aktifkan ILWIS, dan pastikan jendela Catalog mengakses direktori pada CD Latihan. Pada jendela ini, klik dua kali file topografi_utm. Jendela

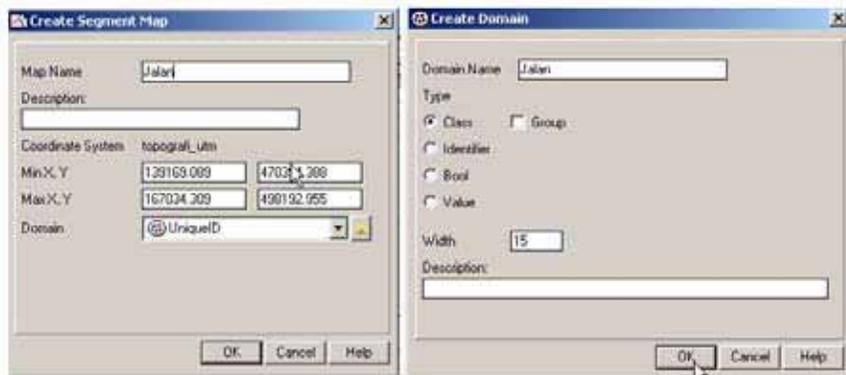
yang muncul dan menampilkan topografi_utm disebut Map Window. Tekan menu File pada dan pilih Create --> Segment Map sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.4. Data yang dipergunakan dalam latihan ini adalah data peta topografi Kabupaten Aceh Barat yang merupakan hasil scanning dan telah diregistrasikan pada sistem koordinat UTM Zona 47-Utara. Lihat bagian 1.5 untuk penjelasan mengenai sistem koordinat.



Gambar 4.4: Perintah *Create segment map*

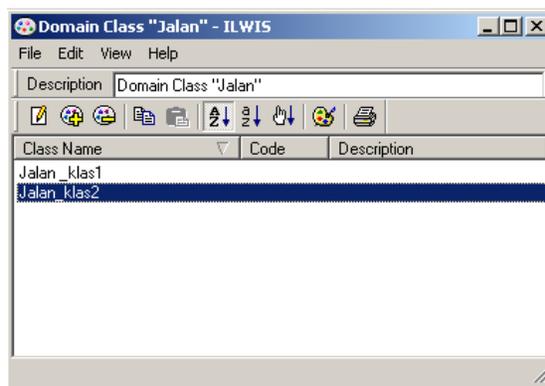
2. Pada kotak dialog **Create Segment Map** yang muncul, koordinat sistem dan batas akan terisi secara otomatis untuk peta baru. Isikan nama untuk peta segmen pada kolom **Map Name**. Pada latihan ini akan dilakukan proses digitasi untuk fitur jalan pada peta topografi. Pada contoh di Gambar 4.5, nama yang diberikan adalah **Jalan**. Langkah selanjutnya pada jendela ini adalah mendefinisikan *domain* dari data yang akan dibuat. Tekan tombol **Create Domain** sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.5, maka jendela **Create Domain** akan terbuka. Pada latihan ini, **Jalan** akan dikategorikan menjadi beberapa kelas. Oleh karena itu, *domain* yang dipilih adalah domain **Class**. Domain akan berdiri sendiri sebagai sebuah *file* baru dengan ekstensi yang berbeda. Oleh karena itu perlu dilakukan penamaan domain yang akan dibuat. Sebuah domain berfungsi layaknya sebuah data pendamping bagi data spasial. Oleh karena itu disarankan untuk memberikan nama yang sama atau setidaknya relevan dengan data spasial yang berkaitan dengannya. Pada Gambar 4.5 *domain class*

yang baru dibuat juga diberi nama **Jalan**. Klik tombol OK, maka jendela **Domain Class "Jalan"** akan terbuka.



Gambar 4.5: Pembuatan domain baru

3. Pada jendela ini, akan dibuat kategori-kategori jalan yang akan di-digitasi. Klik tombol Add Item sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.6 dan tambahkan kelas-kelas jalan yang diinginkan. Misalkan dalam hal ini : ***jalan propinsi***, ***jalan negara***, dan lain-lain. Secara otomatis ILWIS akan menyimpan kategori-kategori yang telah dibuat tanpa harus memberikan perintah *Save*. Tutup jendela **Domain**, kemudian klik OK pada dialog **Create Segmen Map**.

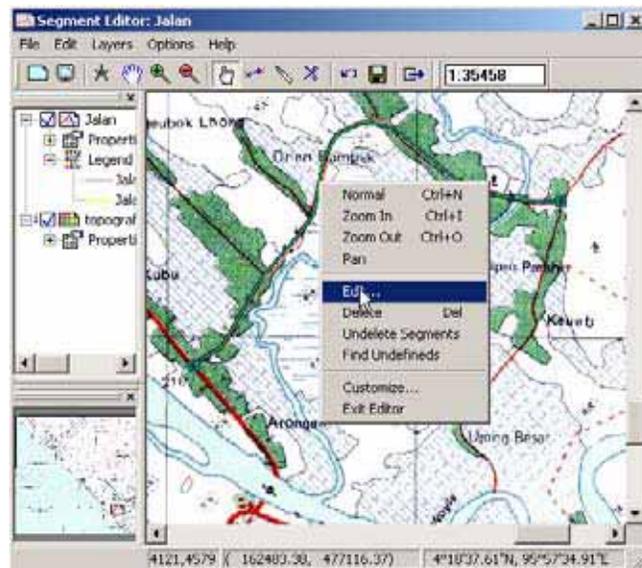


Gambar 4.6: Mengisi Item Domain

Map Window akan terbuka dan menampilkan peta topografi yang akan didigitasi. Tekan Edit  Edit layer  Jalan. Selanjutnya proses digitasi jaringan jalan bisa dimulai. Klik tombol Insert Mode  untuk memulai digitasi.

Pilih salah satu lokasi yang menampilkan jaringan jalan dan lakukan proses digitasi dengan mengikuti alur jalan yang tampil. Dalam tahapan ini dibutuhkan ketelitian dan kesabaran yang tinggi, dikarenakan tingginya kemungkinan kesalahan yang timbul dalam proses digitasi.

4. Pengisian atribut dapat dilakukan secara paralel dengan proses digitasi, lakukan dengan cara klik kanan pada *segment* yang akan diberi atribut, kemudian tekan Edit, selanjutnya tentukan klasnya.



Gambar 4.7: Pemberian atribut pada vektor hasil digitasi

5. Ulangi proses diatas untuk *segment* jalan lainnya. Digitasi dianggap selesai jika semua segmen jalan telah selesai dibuat vektornya.

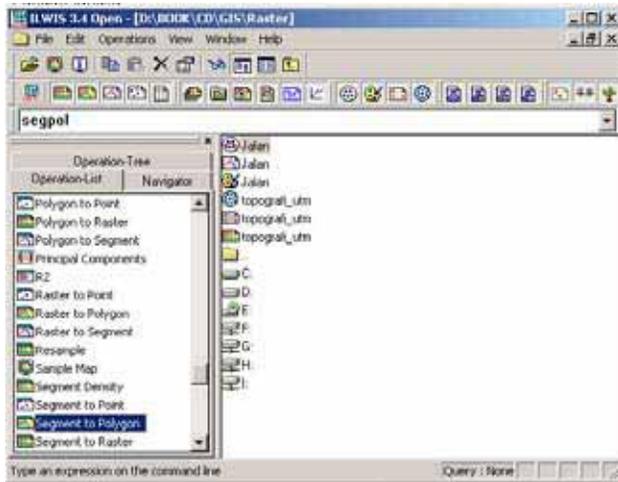
4.4.2 Langkah-langkah Digitasi Poligon

Untuk melakukan digitasi poligon dalam ILWIS diperlukan 2 tahapan: digitasi *segment* dan kemudian poligonisasi (*poligonize*).

Pada contoh berikut digunakan data penggunaan lahan pada peta topografi yang digunakan pada latihan sebelumnya. Data tersebut dapat ditemukan pada CD yang menyertai buku ini. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan adalah:

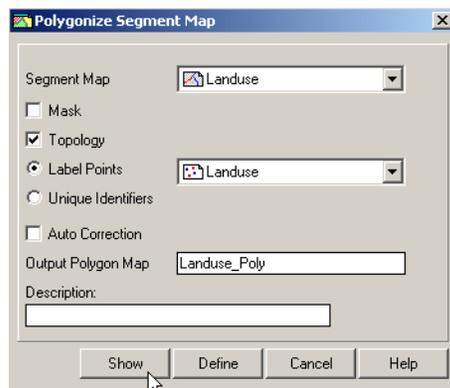
1. Langkah awal yang harus dilakukan adalah digitasi *segment* batas-batas poligon penggunaan lahan,
2. Kemudian digitasi *point* (titik) untuk memberikan deskripsi klas penggunaan lahannya. Titik bisa diletakkan di bagian tengah polygon atau dimana saja asalkan masih didalam batas area polygon. Titik ini

- berfungsi sebagai penyimpan atribut bagi polygon yang akan dibuat.
- Langkah selanjutnya adalah proses poligonisasi. Pada jendela **Operation List**, pilih Segment to Polygon, kemudian pilih peta *segment*-nya,



Gambar 4.8: Perintah Poligonize

- Pilih peta *point* yang mendeskripsikan kelasnya (*label*). Sebagaimana dijelaskan pada langkah nomor 2.
- Tentukan nama peta poligon yang telah dibuat, seperti diperlihatkan pada Gambar 4.9, kemudian klik Show.



Gambar 4.9: Pemberian nama poligon

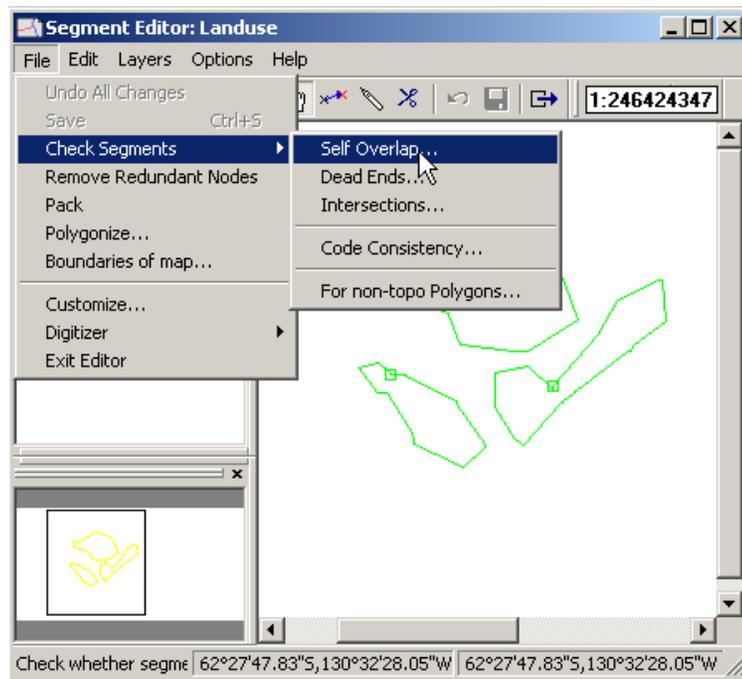
4.4.3 Memperbaiki (*editing*) hasil digitasi

Proses digitasi tidak akan terlepas dari kesalahan-kesalahan, baik kesalahan yang berkaitan dengan segmen-nya, seperti segmen yang membentuk batas

sebuah poligon tidak tertutup, adanya interseksi antara segmen, kesalahan atribut dan lain sebagainya. Oleh karena itu setelah selesai melakukan proses digitasi biasanya dilakukan proses pengecekan.

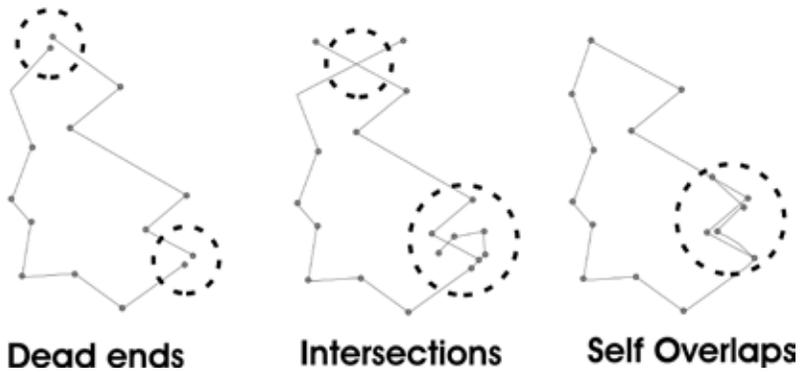
Adapun langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

1. Pastikan bahwa *segment* yang akan diperiksa dalam keadaan aktif. Pada **Map window**, pilih Edit layer, lalu pilih segmen yang akan diperiksa.
2. Kemudian dari menu **File**, pilih Check segments. Pada Apabila hasil pengecekan terdapat kesalahan, lakukan proses *editing* terhadap kesalahan yang ditunjukkan.



Gambar 4.10: Perintah pengecekan kesalahan digitasi

3. Terdapat tiga tipe kesalahan yang umum dalam proses digitasi: **Self Overlap**, **Dead Ends** dan **Intersections**. Masing-masing tipe kesalahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.11. Proses poligonisasi tidak dapat dilakukan sebelum memperbaiki semua kesalahan yang ada.



Gambar 4.11: Jenis-jenis kesalahan dalam digitasi

Apabila data-data sudah terbebas dari kesalahan, data tersebut sudah siap untuk digunakan dalam proses yang lain, seperti proses poliginisasi, maupun untuk proses analisis yang lain.



BAB 5

Pengelolaan Data Sistem Informasi Geografis

Bab ini membahas :

- Proses import dan export data dalam ILWIS
- Proses konversi format data spasial
- Elemen-elemen penting pada peta
- Kartografi dan proses pembuatan peta

Seperti yang telah diuraikan dalam materi konsep dasar sistem informasi geografis, data spasial yang digunakan untuk analisis dalam SIG dapat diperoleh dari berbagai sumber serta dalam berbagai format. Untuk keperluan analisis data-data tersebut perlu dikelola dalam satu sistem basis data yang terintegrasi.

Data yang diperoleh dari suatu sumber lain terkadang tidak bisa langsung digunakan untuk proses analisis lebih lanjut. Hal ini disebabkan karena masing-masing perangkat lunak (*software*) mempunyai struktur data yang berlainan, baik dari segi konsep maupun dari segi teknik penyimpanan maupun pengelolaan data. Selain itu, data tersebut seringkali perlu diubah dari satu tipe data ke tipe data yang lain, misalnya dari format data *segment* ke format data poligon, atau dari struktur data vektor ke struktur data *raster*.

Begitu juga dengan informasi koordinat sistem maupun georeferensi, perlu dilakukan transformasi sehingga data-data spasial yang akan digunakan untuk analisis dapat terintegrasi dengan baik dan benar.

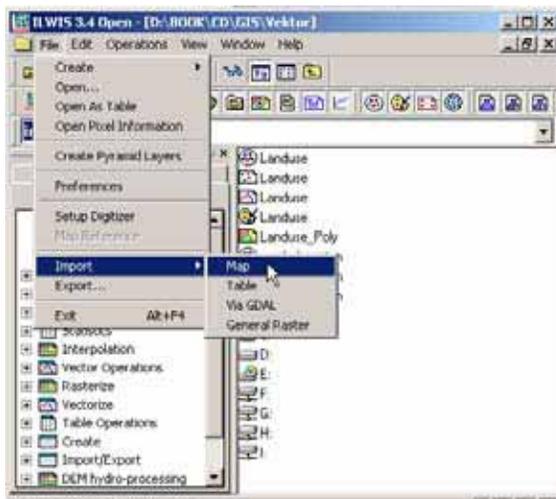
5.1 *Importing* dan *exporting* data dalam ILWIS

Data yang tersedia dan didapatkan dari penyedia data tertentu seringkali harus melalui proses *importing* untuk bisa digunakan dalam ILWIS. Sebaliknya, data yang dihasilkan melalui proses di dalam ILWIS harus melalui proses *exporting* untuk dapat digunakan dalam perangkat lunak SIG lainnya. Dalam melakukan proses *importing* sebuah data ke dalam perangkat ILWIS, harus diketahui terlebih dahulu tipe data yang mau akan di-*import*: apakah data itu tersimpan dalam format titik, garis, poligon, atau raster. Selain itu perlu diketahui tipe informasi apa saja yang terkandung dalam data atau peta tersebut. Hal ini dikarenakan isi informasi suatu peta menunjukkan tipe domain (*class, ID, value, image, picture, color*, dan lain-lain), yang akan diimplementasikan ke peta tersebut.

5.1.1 *Importing* data vektor

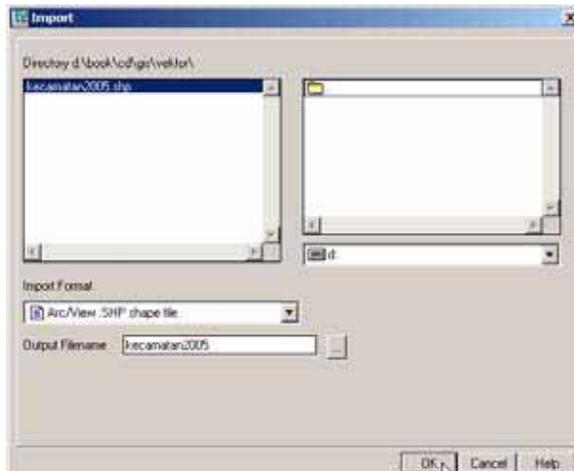
Data vektor yang dapat diimport secara langsung ke perangkat lunak ILWIS mencakup data dengan format antara lain: Arc/View shapefile (.shp), Arc/Info interchange format (.e00), Autocad (.dxf). Pada latihan kali ini format data vektor yang digunakan adalah data dengan format shape file.

1. Dari menu **File** pilih **Import**, kemudian pilih **Map**, jendela **Import** akan ditampilkan pada layar:



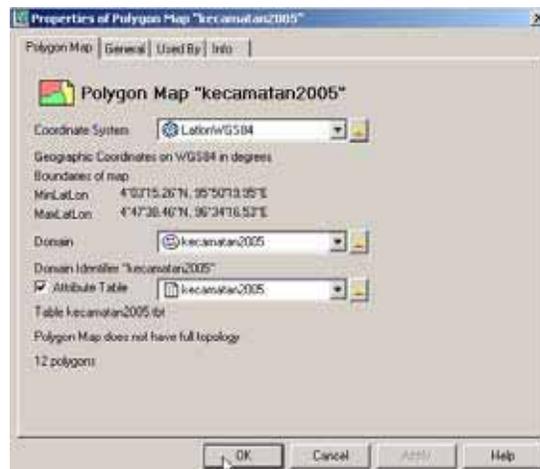
Gambar 5.1: Perintah Import Map

- Selanjutnya tentukan **Format Import**: Arc/View shapefile, kemudian pilih file yang akan diimport ke perangkat lunak ILWIS: *kecamatan2005*, kemudian tentukan nama file baru pada dialog **Output Filename**. Data tersebut dapat ditemukan pada CD Latihan.



Gambar 5.2: Proses Importing

- Data hasil proses *importing* belum teridentifikasi koordinat sistemnya. Pendefinisian koordinat sistem dilakukan dengan cara: klik kanan peta poligon yang telah diimport pada jendela **Catalog**, kemudian pilih menu Properties. Selanjutnya ubah sistem koordinatnya ke *LatLonWGS84*.



Gambar 5.3: Mendefinisikan Koordinat

4. Ulangi langkah-langkah di atas untuk meng-*import* data-data vektor yang lain yang terdapat di dalam CD.

5.1.2 *Importing* data raster

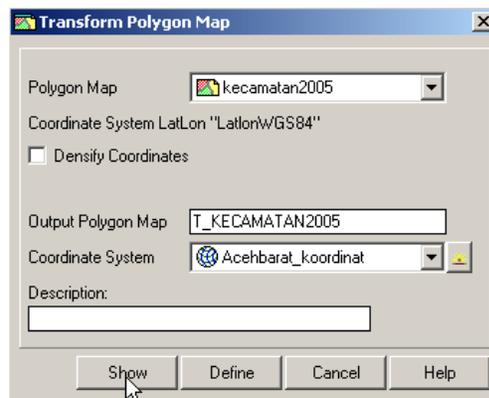
Data atau peta *raster* dapat di-*import* dari berbagai format *file*. Data *raster* yang dapat diimport kedalam perangkat lunak ILWIS antara lain: Arc/Info Ascii *raster*, Tag Image File (TIF) *format*, Windows Bitmap (BMP), dan lain-lain. Pada latihan kali ini akan dilakukan proses *importing* data raster hasil *scanning* peta topografi yang dalam format TIF dan data raster *digital elevation model (DEM)* dalam format Arc/Info Ascii raster. Langkah yang diambil adalah:

1. Dari menu File pilih menu Import, kemudian pilih Map; jendela dialog **Import** akan ditampilkan di layar.
2. Tentukan format Import: **Tagged image File (TIF)**, kemudian pilih data peta topografi yang akan di-*import* ke perangkat lunak ILWIS: **geo_crop_keudeteunom**, serta tentukan nama file baru pada **Output Filename**,
3. Begitu juga untuk importing DEM, lakukan dengan prosedur yang sama, namun pada format Import: tentukan ke Arc/Info Ascii format.

5.2 Melakukan proses georeferensi

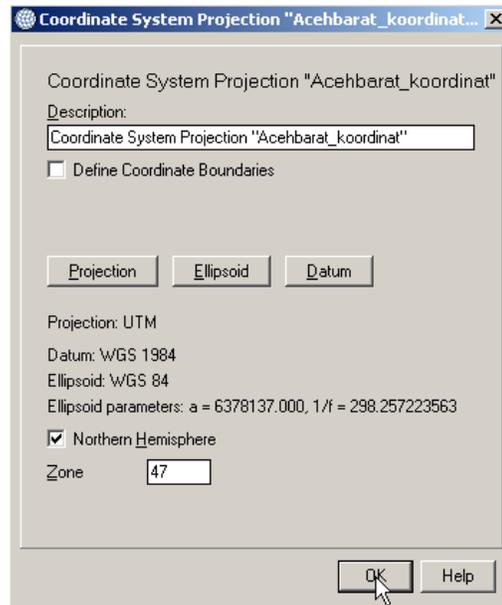
Meskipun data vektor hasil proses importing tersebut telah diubah sistem koordinatnya, namun transformasi koordinat tersebut belum tercatat secara permanen. Untuk melakukan transformasi secara permanen, langkah yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pada **Operation List**, pilih Tranform Polygons. Kemudian pada jendela **Transform Polygon Map** tentukan nama poligon yang baru: **T_kecamatan2005**, kemudian buat koordinat baru untuk Aceh Barat: **Acehbarat_koordinat**, seperti pada tampilan di bawah:



Gambar 5.4: Operasi Transform

2. Kemudian pada dialog **Coordinat System Projection**, pilih parameter-parameter yang sesuai dengan koordinat sistem Aceh Barat, sebagaimana dicontohkan pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5: Mengisi Coordinat System Projection

3. Ulangi langkah-langkah diatas untuk melakukan proses georeferensi pada data-data vektor yang lain.

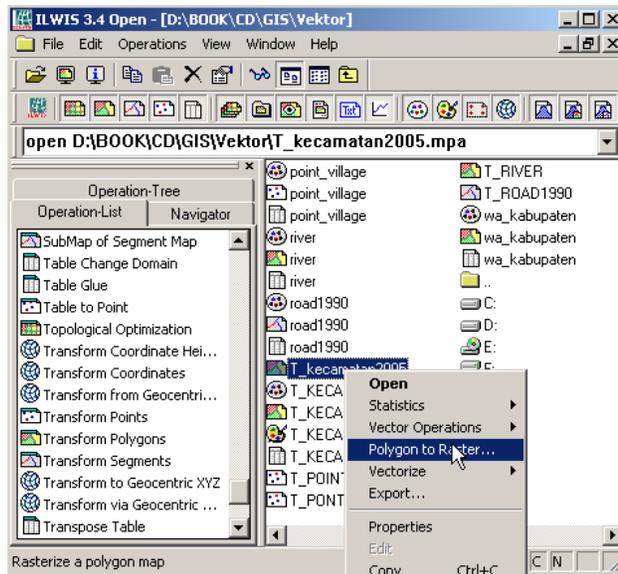
5.3 Konversi data vektor ke data raster (*rasterization*)

Sebagian besar analisis yang dilakukan di ILWIS didasarkan pada data *raster*. Oleh karena itu konversi data dari format vektor ke *raster* (*rasterization*) seringkali merupakan langkah awal yang harus dilakukan sebelum menginjak pada tahap analisis.

Sebelum melakukan rasterisasi, proses georeferensi harus terlebih dahulu dilakukan. Suatu proses georeferensi mencakup informasi nilai minimum dan maksimum koordinat X dan Y pada suatu peta raster, jumlah kolom dan baris, serta ukuran pikselnya. Pada saat melakukan proses rasterisasi pada beberapa peta pada daerah yang sama, sebaiknya digunakan georeferensi yang sama.

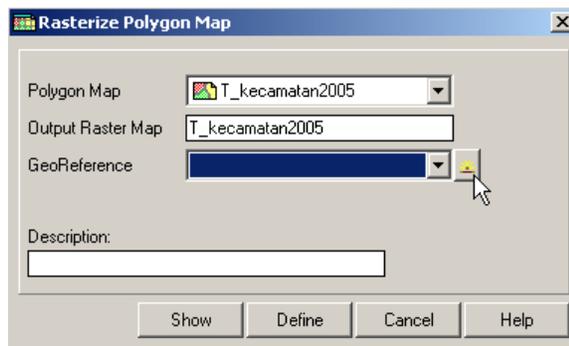
Langkah-langkah proses rasterisasi data vektor ke raster adalah sebagai berikut:

1. Pada jendela **Catalog**, klik kanan vektor data yang akan dirasterisasi, misalnya peta poligon administrasi kecamatan: *t_kecamatan2005* yang terdapat dalam CD latihan.



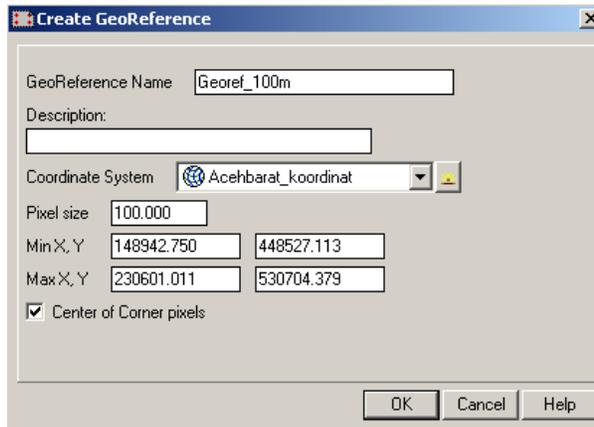
Gambar 5.6: Salah satu Cara Melakukan Proses Rasterisasi

2. Pada dialog **Rasterize Polygon Map**, klik tombol Create pada kolom **GeoReference**. Langkah ini merupakan tahapan untuk membuat suatu file georeferensi yang akan digunakan untuk proses rasterisasi,



Gambar 5.7: Proses Rasterisasi

3. Pada dialog **Create GeoReference**, masukkan nama file georeferensi yang akan dibuat. Pastikan juga ukuran piksel yang akan digunakan, serta pastikan koordinat sistem yang dipakai sebagai acuan dalam proses georeferensi,



Gambar 5.8: Membuat georeferensi

4. Selanjutnya klik OK pada dialog **GeoReference**, kemudian klik tombol Show untuk memulai proses rasterisasi,
5. Lakukan proses rasterisasi data-data vektor yang lain mengikuti prosedur yang telah tersebut di atas.

5.4 Kartografi dan Pembuatan Peta

Kartografi merupakan suatu ilmu dan seni yang berkaitan dengan pembuatan peta. Peta sendiri adalah representasi dua dimensi dari wujud permukaan bumi yang tiga dimensi. Kartografi sangat erat kaitannya dengan komunikasi secara grafis untuk menjelaskan hubungan spasial. Pembuatan suatu peta tidak akan terlepas dari unsur seni. Peta yang baik adalah peta yang dibuat dengan desain yang menarik dan mengikuti kaidah-kaidah kartografis hingga informasi yang terkandung pada suatu peta dapat dipahami, dimengerti dan dinikmati oleh pengguna, sesuai dengan tujuan pembuatan peta.

5.5 Elemen-elemen dalam peta

Peta sebagai representasi dalam bentuk grafis merupakan alat utama untuk menggambarkan relasi atau hubungan spasial dari fenomena yang ada pada permukaan bumi. Terdapat beberapa elemen utama yang harus tercakup oleh sebuah peta. Elemen-elemen tersebut antara lain:

- Judul: mendeskripsikan subyek peta tersebut,
- Orientasi: arah suatu peta dalam kaitannya dengan mata angin,
- Skala peta: rasio antara jarak di peta dengan jarak sesungguhnya di lapangan,
- Sistem referensi: informasi sistem koordinat atau sistem proyeksi yang digunakan,
- Legenda: simbol-simbol atau tanda-tanda sistematik yang menggambarkan informasi yang ada pada peta,
- Sumber peta: informasi sumber peta juga, tahun perolehan maupun publikasi data, informasi mengenai akurasi data, dan lain sebagainya.

5.6 Membuat peta sederhana

Terdapat beberapa tahapan pembuatan peta dalam ILWIS. Langkah awal dalam pembuatan peta adalah menampilkan semua data spasial yang menjadi informasi utama peta pada jendela **Map Window** kemudian mengatur komposisi warna, tampilan dan sebagainya. Berikut ini akan diuraikan langkah-langkah untuk membuat peta dengan data-data sebagai berikut:

- Peta administrasi kecamatan: *t_kecamatan2005_cl*
 - Peta jaringan jalan: *t_road1990*
 - Peta jaringan sungai: *t_river*
1. Dari **Catalog** pada ILWIS, klik dua kali *t_kecamatan2005_cl*,
 2. Kemudian dari **Edit menu**, pilih command Representation, selanjutnya pilih poligon *t_kecamatan2005_cl*. Pada jendela representasi ganti warna unit administrasi sesuai dengan keinginan:



Gambar 5.9: Representation

3. Kemudian pada jendela peta, tekan tombol Add layer  untuk menampilkan peta jalan dan peta sungai. Selalu gunakan *default parameter* pada jendela **Display Options**. Selanjutnya ganti warna masing-masing layer sesuai dengan keinginan (misalnya jalan: merah, sungai: biru),
4. Selanjutnya simpan **Map Window** yang berisikan beberapa layer tersebut. Dari menu **File**, pilih command Save View As. Kemudian ketik nama **Map View: Acehbarat_administrasi**, masukkan judul pada Title: **Peta Administrasi Aceh Barat**.

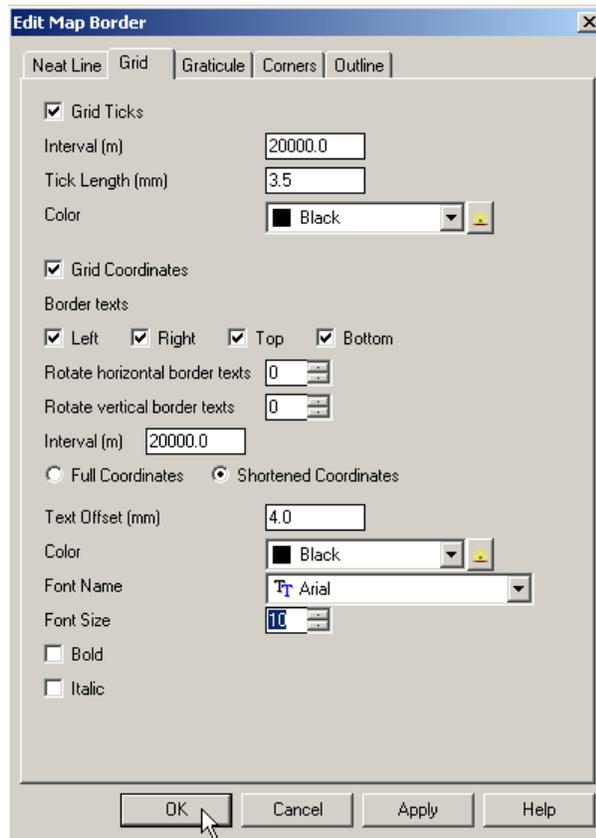
Langkah selanjutnya adalah pembuatan layout dan anotasi:

1. Dari menu **File** pada jendela utama, pilih Create → Layout,



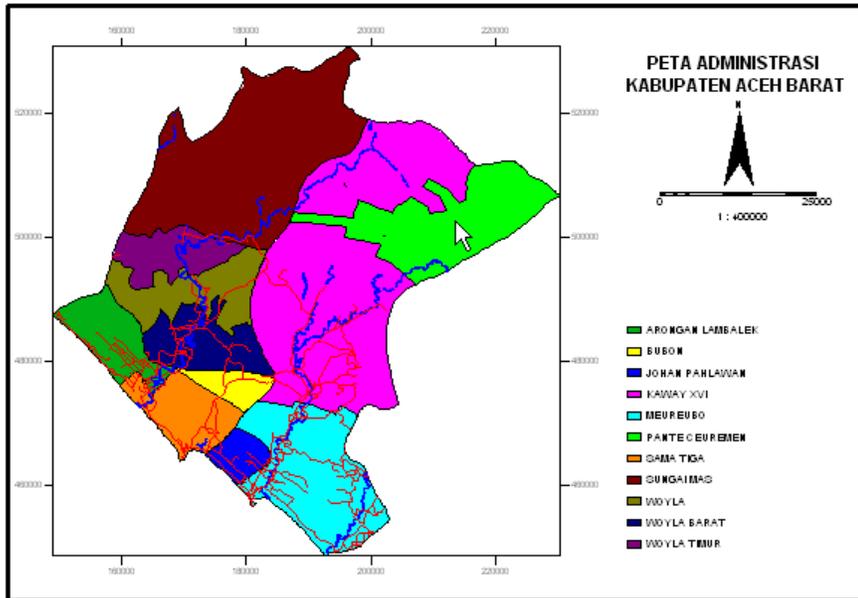
Gambar 5.10: Pembuatan Layout Peta

2. Kemudian dari menu File pada editor Layout, pilih Page Setup,
3. Pastikan bahwa ukuran kertas adalah A3, kemudian ubah **Orientation** menjadi Landscape,
4. Langkah selanjutnya adalah memasukkan atau inserting data pada **Map View**. **Map View** merupakan isi utama suatu layout. Dari menu Insert pilih Map View,
5. Kemudian ubah skala menjadi 1:400000, kemudian tekan tombol Keep Scale  untuk menentukan skala peta,
6. Langkah selanjutnya adalah menambahkan tepi peta. Pada menu Insert, pilih Map Border. Masukkan parameter seperti pada gambar dibawah:



Gambar 5.11: Mengatur Map Border

7. Langkah berikutnya adalah memasukkan legenda. Pastikan bahwa **Map View Acehbarat_administrasi** dipilih. Kemudian dari menu Insert, pilih Legend,
8. Selanjutnya tambahkan informasi yang lain, seperti Judul peta, Orientasi, maupun Skala Peta. Langkah ini dapat dilakukan lewat fasilitas menu Insert,
9. Setelah langkah-langkah tersebut dilakukan, langkah selanjutnya adalah menyimpan layout. Dari menu File, pilih Save As: ***Acehbarat_administrasi***,



Gambar 5.12: Contoh Layout Peta

5.7 Mencetak peta atau menyimpan peta

Peta hasil proses pembuatan *layout* diatas dapat langsung dicetak menggunakan *printer* atau *plotter*. *Layout* dapat juga dikonversikan ke format lain, sehingga dapat digunakan untuk lampiran suatu dokumen. Format yang biasa digunakan adalah format windows bitmap (bmp). Untuk menyimpan peta dalam format bitmap, beringkut langkah yang perlu diambil:

Pada jendela **Map View**, klik menu File, kemudian pilih Export to bitmap. Pada dialog **Export to bitmap** tentukan nama file serta resolusi yang diinginkan.

Peta yang ingin dibuat, haruslah dirancang sesuai dengan kebutuhan, batasan format dan ukuran, warna, dan nilai artistik. Yang diuraikan pada bagian diatas hanyalah merupakan langkah-langkah pembuatan layout peta yang amat sederhana. Pembaca diharapkan dapat mengeksplorasi sendiri desain dan fungsi-fungsi pembuatan peta yang tersedia di ILWIS.



BAB 6

Menampilkan Data Penginderaan Jarak Jauh Menggunakan ILWIS

Bab ini membahas :

- Proses import data penginderaan jarak jauh dengan ILWIS
- Menampilkan data penginderaan jarak jauh
- Menampilkan informasi dari citra satelit
- Membuat citra komposit

ILWIS adalah perangkat lunak pengolah data spasial yang memiliki kemampuan untuk mengolah data penginderaan jauh (PJJ). Hampir semua jenis proses yang umum dilakukan dalam PJJ dapat dilakukan dengan menggunakan ILWIS. Dalam struktur data ILWIS, data PJJ dimasukkan dalam domain data khusus yang disebut *image domain*.

Dalam bab ini dan tiga bab selanjutnya, akan diuraikan tentang pengolahan data PJJ menggunakan ILWIS. Bab ini akan membahas tentang proses *importing* data ke dalam format ILWIS, serta cara mengeksplorasi informasi dalam data PJJ yang masih mentah atau belum melalui proses apapun. Sedangkan dalam bab-bab selanjutnya, akan dibahas mengenai proses pra-pengolahan citra satelit, yaitu rangkaian proses koreksi yang harus dilakukan terhadap sebuah data PJJ sebelum dapat digunakan, dan juga proses-proses perbaikan

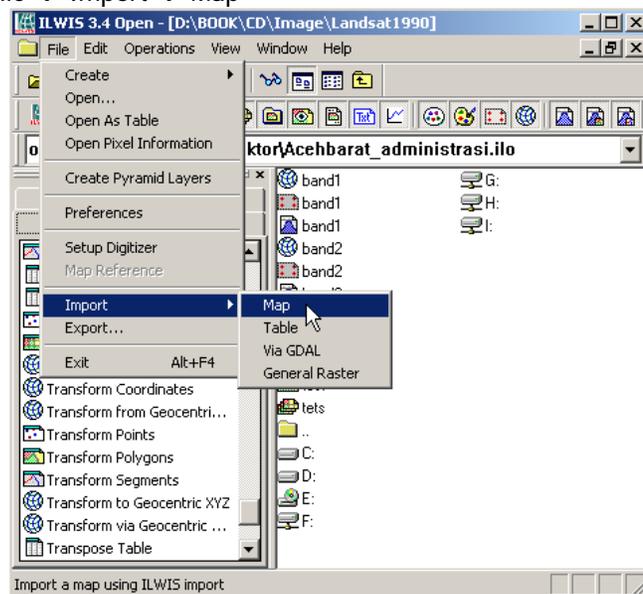
tampilan citra satelit melalui manipulasi nilai digital (DN). Bab berikutnya akan membahas penghitungan indeks dan transformasi nilai digital, yang merupakan upaya menyederhanakan data dengan variabel majemuk menjadi data komposit yang merefleksikan karakteristik tertentu. Bab terakhir dalam rangkaian topik PJJ akan menguraikan proses klasifikasi citra satelit menjadi peta tematik tutupan lahan.

6.1 Melakukan *import* data ke dalam format ILWIS

Proses *import* dilakukan untuk mengubah format data tertentu menjadi format data yang dapat dibaca oleh ILWIS. Format data yang dapat diakses oleh ILWIS antara lain : .tiff, .gif, .ascii, .bmp, dan lain-lain. Dalam bagian berikut akan dijelaskan proses importing data dari format tiff. Seluruh data yang dibutuhkan tersedia dalam CD latihan.

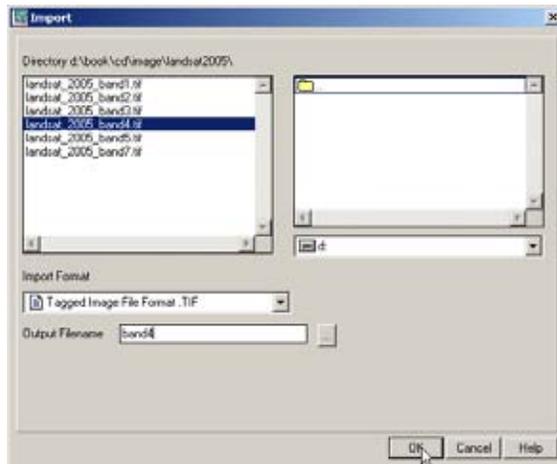
Langkah-langkah dalam melakukan importing adalah sebagai berikut:

1. Klik File → Import → Map



Gambar 6.1: Importing Data Raster

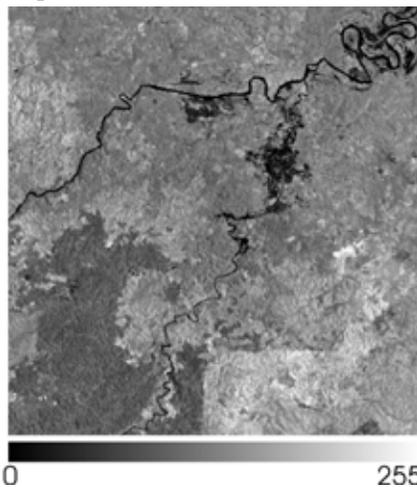
2. Jendela **Import** akan terbuka. Pilih lokasi direktori data, dengan cara merubah lokasi pada panel sebelah kanan. Pilih **Tagged Image File Format. TIF** pada panel **Import format**. Pilih salah satu file berekstensi .tiff pada panel di sebelah kiri. Ketikkan nama file baru pada kolom **Output Filename**, kemudian klik OK. Pada contoh dibawah nama file baru adalah **band4**



Gambar 6.2: Menentukan file yang diimpor beserta outputnya

6.2 Menampilkan citra dengan kanal tunggal (*single layer band*)

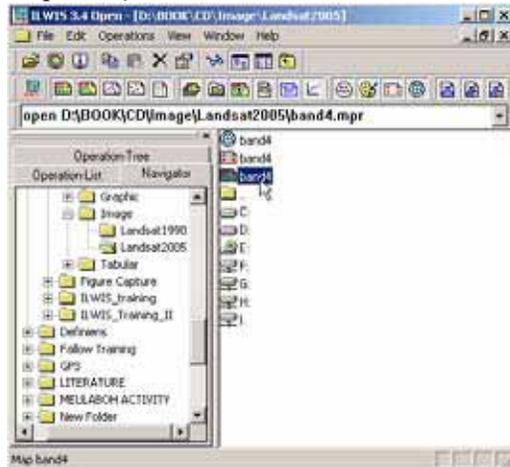
Data digital kanal tunggal (*single layer band*) adalah data dari salah satu kanal dari sebuah citra satelit. Data seperti ini biasanya ditampilkan dengan rona abu-abu (*grayscale*) yang memperlihatkan rona gelap pada nilai spektral rendah dan rona terang pada nilai spektral tinggi. Sebagai contoh: pada kanal 1 citra satelit Landsat, nilai spektral 0 merupakan nilai tergelap dan ditampilkan dengan warna hitam, sebaliknya nilai spektral 255 akan ditampilkan dengan warna cerah mendekati putih.



Gambar 6.3: Contoh Data Digital *Single Layer Band*

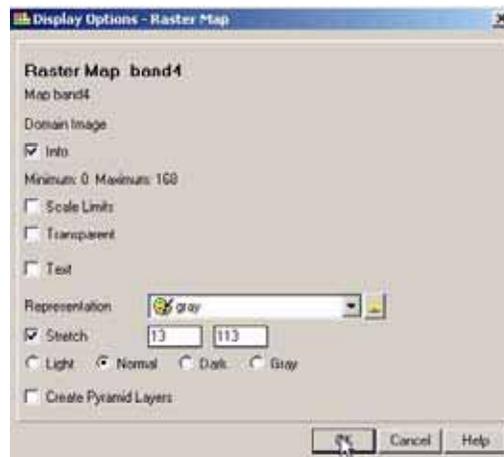
Langkah-langkah dalam menampilkan citra digital kanal tunggal adalah sebagai berikut:

1. Pada jendela utama ILWIS, pilih data yang baru saja selesai di-*import* (dalam contoh dibawah adalah band_4). Klik dua kali data tersebut, atau klik kanan dan pilih Open.



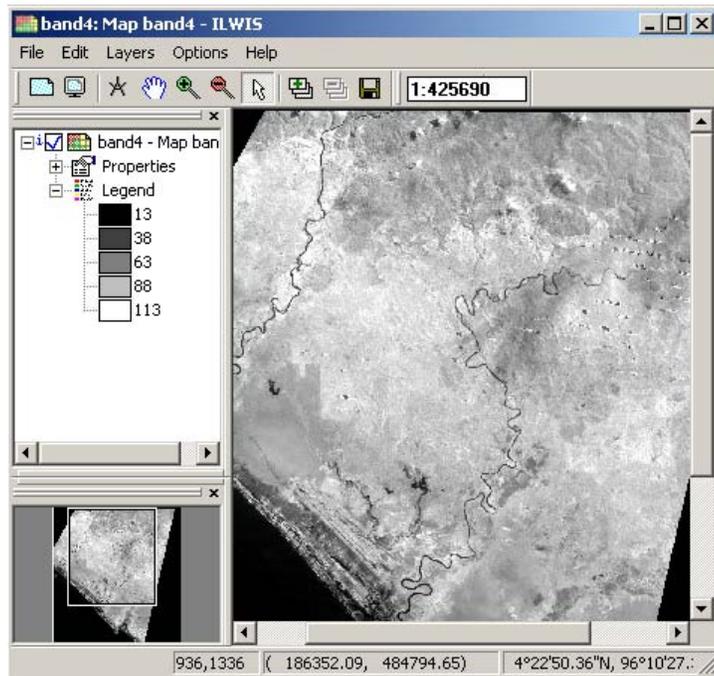
Gambar 6.4: Menampilkan Citra Hasil *Import*

2. Jendela **Display option** akan terbuka sebagaimana ditunjukkan pada gambar 6.5. Pada jendela tersebut terdapat informasi nilai digital maksimum dan minimum pada citra yang akan ditampilkan, representasi, dan lain-lain. Biarkan semua parameter dalam keadaan semula dan klik OK.



Gambar 6.5: Menu Display Option

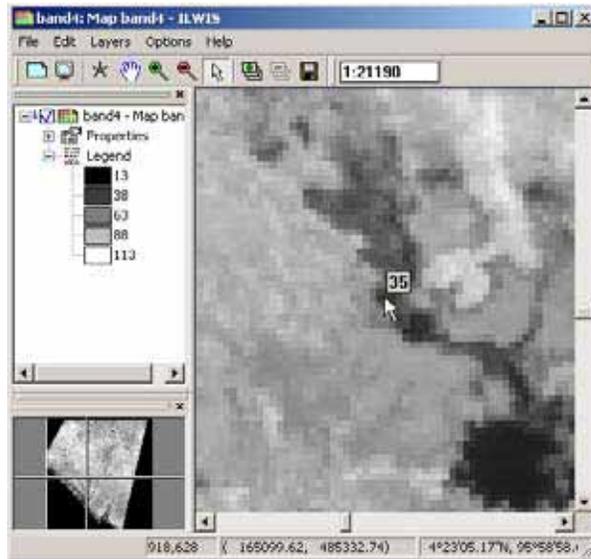
3. Jendela tampilan citra sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut akan muncul. Data citra akan ditampilkan dalam rona abu-abu (*grayscale*). Gunakan tombol ZOOM In/Out untuk memperbesar, memperkecil dan menggeser tampilan citra.



Gambar 6.6: Menampilkan Citra Band Tunggal

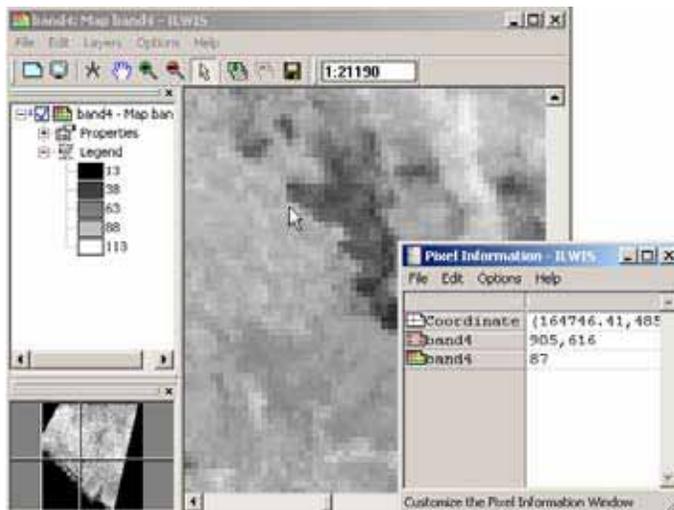
6.3 Menampilkan nilai piksel

Nilai piksel atau nilai digital (*digital number/DN*) dapat ditampilkan dengan menekan kursor pada salah satu lokasi di tampilan citra, sebagaimana ditunjukkan oleh gambar berikut. Tinggi rendahnya pantulan atau penyerapan sinar matahari ditunjukkan oleh tinggi rendahnya nilai digital tersebut.



Gambar 6.7: Menampilkan Digital Number

Menampilkan nilai digital juga dapat dilakukan dengan menggunakan jendela **Pixel Information**. Tekan File → Pixel Information, untuk menampilkan jendela tersebut. Pilih salah satu lokasi pada tampilan citra, informasi koordinat dan nilai pixel akan ditunjukkan oleh jendela Pixel Information sebagaimana diperlihatkan pada gambar dibawah.



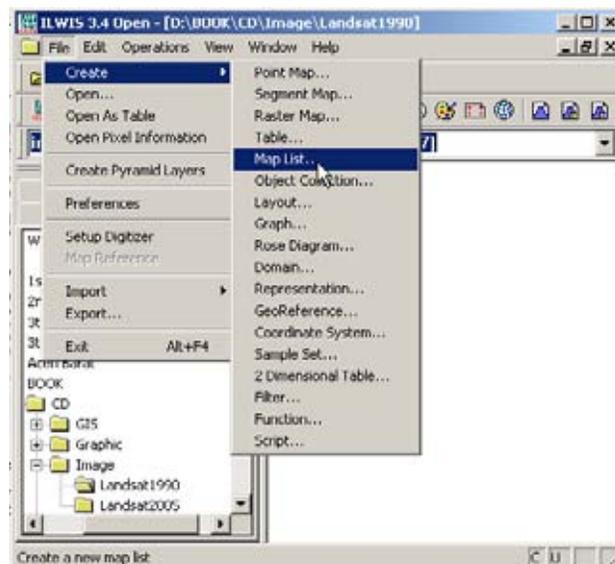
Gambar 6.8: Menampilkan Digital Number Menggunakan Pixel Information

6.4 Membuat citra komposit berdasarkan kanal majemuk

Selain tampilan kanal tunggal, citra satelit lazimnya ditampilkan dalam format komposit (gabungan dari beberapa kanal). Ada dua cara membuat citra komposit yaitu: **membuat citra komposit interaktif** dan **membuat citra komposit permanen**. Citra komposit interaktif bersifat *virtual* dalam artian tidak ada file atau data baru yang disimpan. Sedangkan citra komposit permanen akan menghasilkan satu file baru. Penting untuk diperhatikan bahwa membuat citra komposit permanen akan menyita *space* (ruang) dalam hardisk anda.

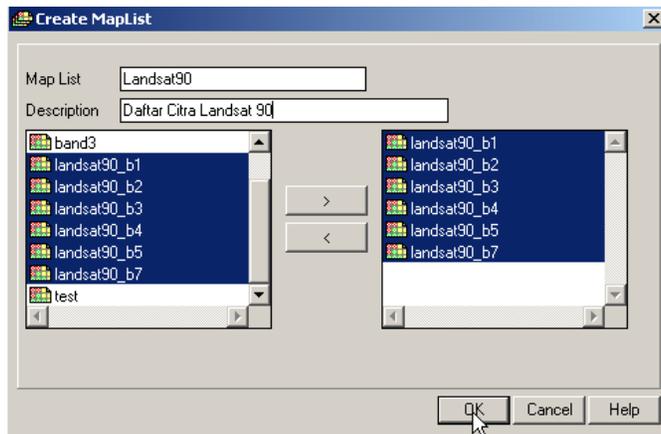
Langkah pertama dalam proses pembuatan citra komposit adalah membuat **Map List** yang berisikan daftar kanal dalam sebuah citra satelit. Langkah-langkah pembuatan **Map List** adalah sebagai berikut:

1. Pada ILWIS **Catalog Window** klik File → Create → Map List .



Gambar 6.9: Perintah Membuat Map List

2. Jendela **Create Map List** akan terbuka. Beri nama pada kolom paling atas: Landsat90 dan berikan deskripsi singkat pada kolom dibawahnya. Pilih (tekan tombol Shift pada keyboard) semua data yang ada di kolom sebelah kiri dan pindahkan ke kolom sebelah kanan dengan menekan tombol . Kemudian Klik OK.

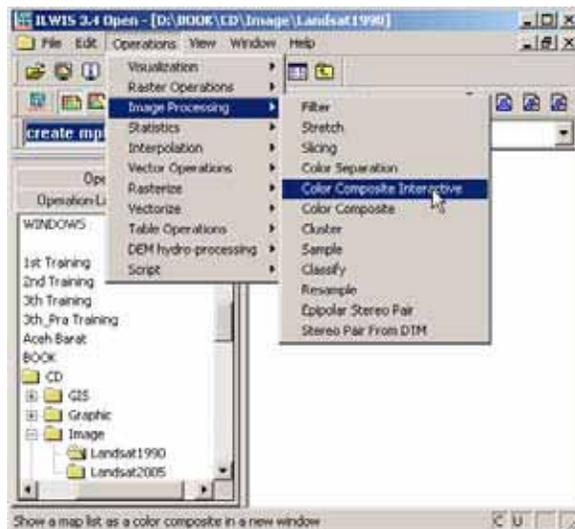


Gambar 6.10: Memilih File untuk Maplist

3. Tekan tombol  pada ILWIS Main Window untuk menampilkan Map List yang baru saja dibuat.

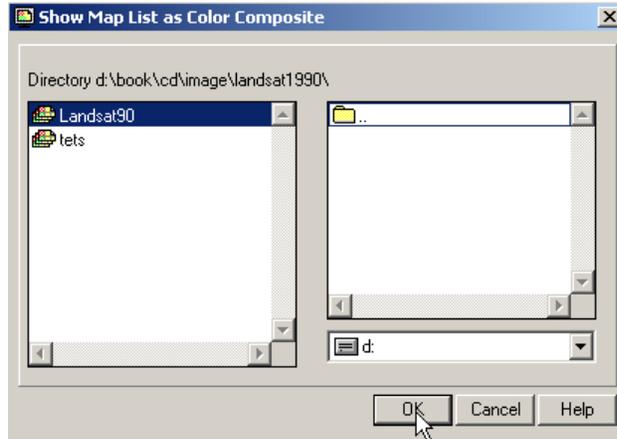
Berdasarkan *Map List* yang telah dibuat pada langkah-langkah diatas, pembuatan citra komposit dapat dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pada **Catalog Window**, pilih Operations → Image Processing → Color Composite Interactive .



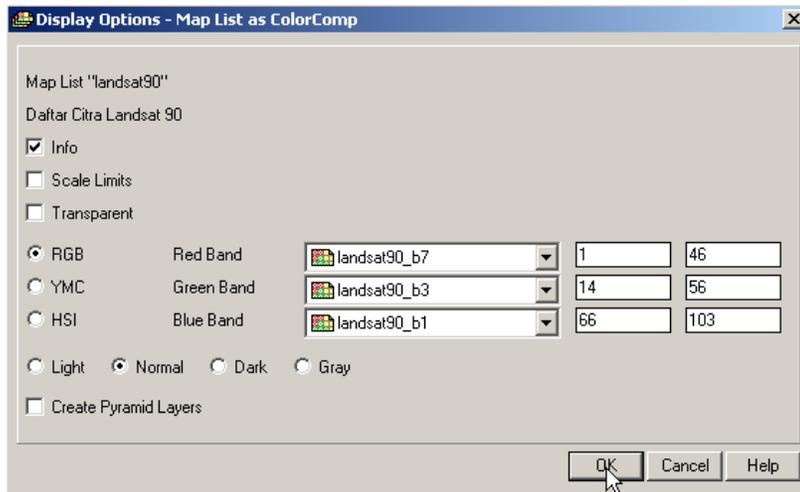
Gambar 6.11: Instruksi Membuat Citra Komposit Interaktif

2. Perintah ini akan memunculkan jendela baru dengan judul **Show Map List as Color Composite**. Pilih file **Map List** yang baru saja dibuat sebelumnya, dan klik OK.



Gambar 6.12: Membuka Map List Untuk Citra Komposit Interaktif

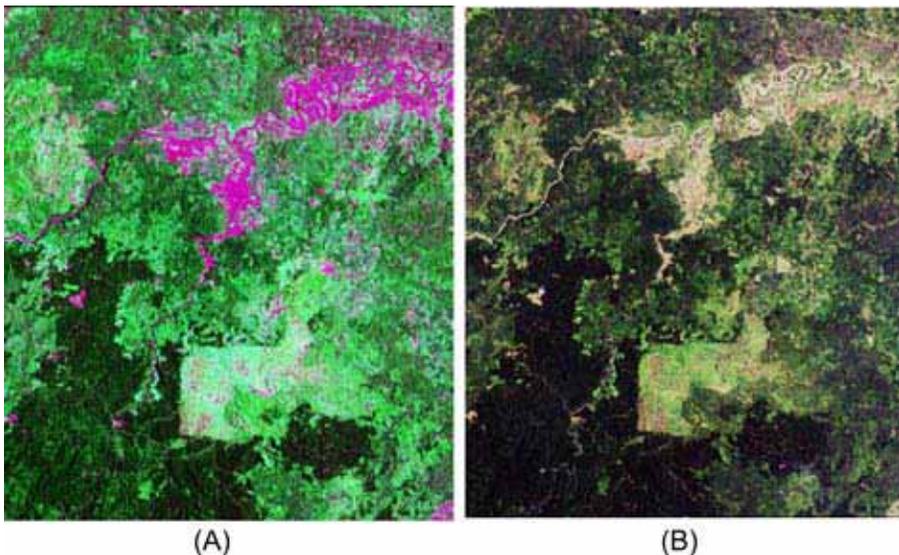
3. Jendela **Display Option-Map List as ColorComp** akan terbuka. Biarkan semua pengaturan dalam keadaan apa adanya (*default*) dan klik OK. **Map Window** akan terbuka dan menampilkan citra komposit dengan setting RGB (*Red-Green-Blue*).



Gambar 6.13: Display Option Komposit Interaktif

Sistem komposit dengan format RGB adalah sistem visualisasi citra satelit yang paling umum digunakan. Perhatikan dalam jendela **Display Options**, bahwa setiap saluran RGB diasosiasikan dengan salah satu kanal dalam citra satelit. Sebelum seseorang dapat membuat citra komposit dan memahami arti dari tampilannya, fungsi dan kegunaan masing-masing kanal pada citra satelit harus dipahami terlebih dahulu. Sebagai contoh, untuk Landsat TM, lihat Tabel 2.1.

Pada citra satelit Landsat, kanal 1-3 adalah kanal-kanal yang paling sensitif terhadap tutupan non-vegetasi. Dengan sendirinya DN pada kanal-kanal ini akan tinggi untuk daerah non vegetasi. Hal yang sebaliknya terjadi pada kanal 4-7. Kanal-kanal ini sensitif terhadap tutupan vegetasi, sehingga nilai tertinggi adalah nilai tutupan vegetasi. Terdapat beberapa jenis citra komposit yang umum dikenal, yaitu *true color composite* dan *false colour composite*. *True color composite* adalah citra komposit yang paling mendekati tampilan yang tertangkap oleh mata manusia. Pada citra Landsat kombinasi RGB untuk jenis komposit ini adalah kanal 3-2-1. *False color composite* adalah citra komposit yang dibuat untuk menampilkan obyek tertentu di permukaan bumi. Sebagai contoh, pada citra Landsat, kombinasi kanal 3-4-2 dipergunakan untuk menampilkan tutupan vegetasi. Contoh perbedaan kedua jenis citra komposit ini ditunjukkan pada Gambar 6.14.



Gambar 6.14: Komposisi citra false colour composite 3-4-2 (A) dan true color composite 3-2-1 (B)



BAB 7

Pra Pengolahan Citra Satelit

Bab ini membahas :

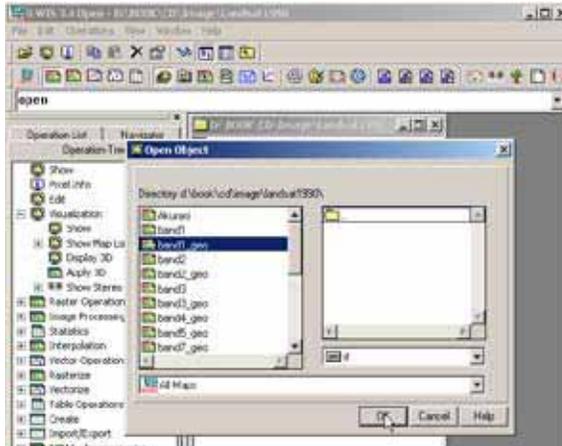
- Kesalahan-kesalahan dalam data penginderaan jarak jauh
- Proses koreksi radiometrik
- Proses koreksi geometrik
- Proses perbaikan citra

Seperti telah dijelaskan pada bab terdahulu, Data PJJ selalu memiliki berbagai tipe kesalahan yang harus dikoreksi sebelum proses analisa lebih lanjut dapat dilaksanakan. Koreksi Radiometrik dilakukan untuk memperbaiki kesalahan spektral sedangkan Koreksi Geometrik dilakukan untuk memperbaiki kesalahan letak/posisi. Salah satu contoh koreksi radiometrik akan diuraikan pada bagian ini. Pembaca dianjurkan untuk menelusuri lebih lanjut buku-buku referensi PJJ lainnya untuk mendapatkan gambaran yang lebih mendalam.

7.1 Koreksi Radiometrik

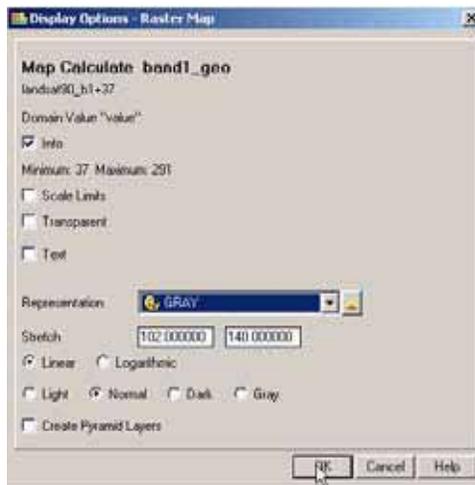
Dalam bagian ini, akan dilakukan proses koreksi radiometrik dengan metoda *DOS* menggunakan *ILWIS*, sebagaimana dijelaskan pada bagian 2.10.

1. Metode *DOS* secara sederhana mengasumsikan bahwa obyek tergelap dalam sebuah citra satelit haruslah bernilai nol. Oleh karena itu langkah pertama yang harus dilakukan adalah melihat sebaran spektral dari kanal-kanal yang akan dikoreksi: File → Open → pilih kanal yang akan dibuka, klik OK



Gambar 7.1: Membuka *Raster Map*

2. Catatlah nilai awal dari informasi spektral kanal tersebut. Dari contoh kanal yang digunakan pada Gambar 7.2, bisa kita lihat nilai minimum (batas bawah) adalah 37, nilai tersebut harus diubah menjadi nilai 0 melalui koreksi radiometrik.



Gambar 7.2: *Display Option Raster Map*

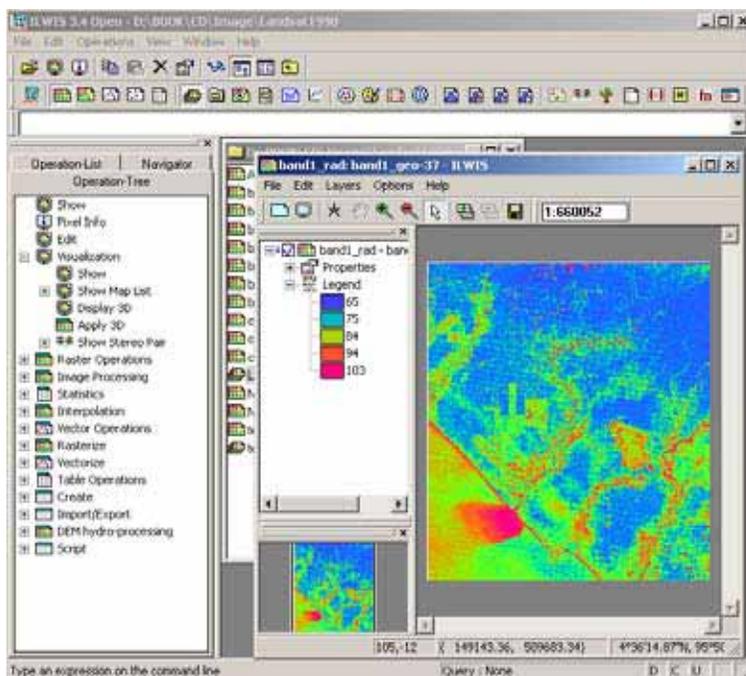
3. Koreksi radiometrik dilakukan dengan mengetikkan persamaan berikut pada kolom **Map Calculator** sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7.3.

[nama file baru] = [nama file yang diperbaiki] - nilai minimal kanal itu



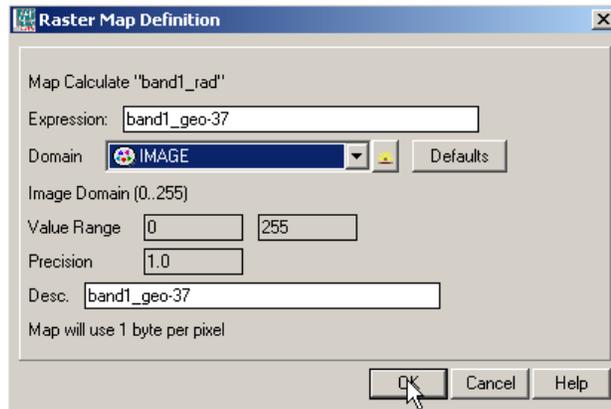
Gambar 7.3: Mengisi Script pada **Map Calculator**

4. Perhatikan bahwa data yang dihasilkan memiliki *domain value*, bukan lagi *domain image*. Hasil dari proses koreksi tersebut memiliki sebaran nilai yang sudah berubah, dengan nilai minimum 0 (nol) dan nilai maksimum 218



Gambar 7.4: Menampilkan Peta Hasil Koreksi Radiometrik

5. Rubahlah Domain dari *Value* menjadi *Image*. Dari *Operation-tree*, arahkan pointer ke nama kanal [band1_rad], lalu klik kanan, klik Properties → Edit Definition, lalu rubahlah Domain dari *Value* ke *Image* dan klik OK.



Gambar 7.5: Merubah Domain *Value* ke *Image*

6. Setelah proses itu, kemudian akan terlihat perbedaan antara hasil yang sebelum dikoreksi dan hasil sesudah dikoreksi.



Gambar 7.6: Perbandingan antara Sebelum dan Sesudah Koreksi

7. Ulangilah proses di atas dengan mengoreksi kanal 2 sampai kanal 7, sebagai latihan.

7.2 Koreksi Geometrik

Sebelum melangkah kepada proses koreksi geometri, perlu diingat terlebih dahulu beberapa hal yang penting diperhatikan dalam proses koreksi geometrik.

- **Sistem Proyeksi**

Proyeksi peta adalah suatu sistem yang dirancang untuk mentransformasikan bentuk permukaan bola bumi ke atas bidang datar. Berbagai macam proyeksi peta antara lain proyeksi silindrik, proyeksi kerucut dan lain-lain. Pada prinsipnya sistem proyeksi berpijak pada tiga kaidah, yaitu mempertahankan jarak, sudut, atau luas (*equal distance, equal angle, equal area*). Salah satu sistem proyeksi yang terkenal adalah Proyeksi Mercator yang dipakai untuk semua peta-peta yang diterbitkan Bakosurtanal baik peta-peta rupabumi, maupun peta-peta tematik di Indonesia,

- **Sistem Koordinat**

Sistem koordinat menentukan posisi suatu lokasi/tempat pada peta atau citra. Sistem koordinat sama dengan grid, diwakili oleh sumbu X, Y atau baris/*row* dan kolom/*column*. Sistem koordinat mengacu atau terkait kepada sistem proyeksinya. Sistem koordinat peta Indonesia memakai sistem Universal Transfer Mercator atau lebih dikenal dengan UTM.

- **Georeferensi dan Rektifikasi**

Terdapat sedikit perbedaan antara georeferensi dan rektifikasi. Georeferensi adalah proses penyamaan sistem koordinat dari peta-ke-citra, dari citra-ke-citra maupun dari peta-ke-peta, sedangkan rektifikasi adalah proses transformasi dari suatu sistem grid kedalam grid lain menggunakan persamaan polinomial tertentu. Jadi proses rektifikasi citra dengan peta akan meliputi proses georeferensi, karena sistem proyeksi berkaitan juga dengan sistem koordinat. Georeferensi dari citra-ke-citra tidak terektifikasi kalau citranya sama-sama belum di rektifikasi, dan sebaliknya bila salah satu citra sudah direktifikasi maka georeferensi citra-ke-citra sama dengan rektifikasi.

Kesalahan geometrik data PJJ dipengaruhi oleh distorsi (kesalahan) yang timbul pada saat perekaman. Hal ini dipengaruhi oleh perputaran bumi ataupun bentuk dari permukaan bumi. Beberapa kesalahan ini kadang sudah dikoreksi oleh *supplier* citra atau dapat dikoreksi secara geometris oleh pengguna. Koreksi geometrik dapat dilakukan dengan: (i) menggunakan titik control (*Ground Control Point*) yang dapat dicari pada citra lain yang sudah memiliki georeferensi, (ii) menggunakan titik control (*Ground Control Point*) yang dapat dicari pada peta yang sudah memiliki georeferensi, atau (iii) memakai titik pengukuran yang diambil menggunakan GPS (*Global Positioning System*) pada lokasi-lokasi tertentu yang mudah dikenali pada citra. Hal yang perlu dipertimbangkan dalam melakukan koreksi geometris antara lain adalah tingkat resolusi dan proyeksi yang digunakan dalam data itu.

Dalam koreksi geometrik, dikenal ada dua jenis metode koreksi, yaitu:

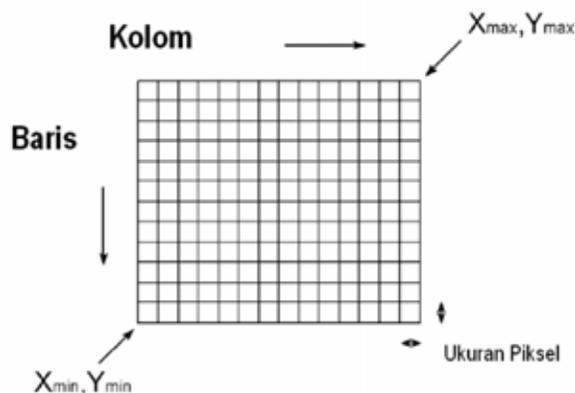
- Rektifikasi/perbaikan: proses mengkoreksi citra sesuai dengan koordinat peta, GPS atau citra lain yang sudah terkoreksi,
- Orto-Rektifikasi: proses koreksi geometrik dengan memasukkan data ketinggian permukaan dan informasi posisi *platform* satelit. Rektifikasi ortho merupakan metode yang paling akurat akan tetapi prosesnya cukup rumit dan memerlukan data yang lebih banyak.

Analisa dalam koreksi geometrik dapat dilakukan dengan beberapa acuan (georeferensi), seperti titik-titik pojok (*corner*), titik referensi (*tie points*), dan georeferensi dengan citra terkoreksi.

7.2.1 Georeferensi citra raster dengan titik-titik pojok (*corner*)

Georeferensi umumnya dilakukan sebagai koreksi sementara dengan menggunakan informasi awal (*header file*) yang biasanya disertakan dalam setiap citra satelit. Pada dasarnya, georeferensi bukanlah metode koreksi geometris yang akurat. Hal ini dikarenakan informasi titik-titik pojok umumnya dihasilkan berdasarkan penghitungan posisi satelit pada saat citra direkam. Penting untuk diingat bahwa proses koreksi geometrik sedapat mungkin didasarkan pada posisi sebenarnya di lapangan atau peta lain dengan tingkat presisi yang tinggi (misalnya peta topografi/rupa bumi).

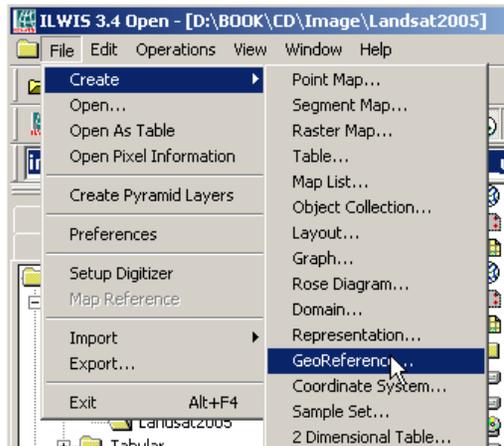
Untuk melakukan georeferensi, terlebih dahulu dibutuhkan posisi geografis dari titik-titik pojok pada citra satelit. Titik-titik pojok beserta koordinatnya diperlihatkan pada gambar berikut ini.



Gambar 7.7: Gambaran Titik Pojok

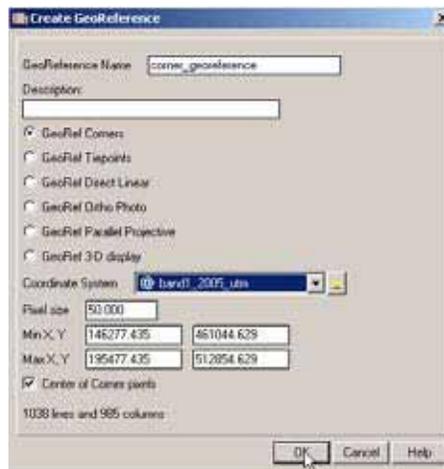
Langkah-langkah untuk melakukan proses georeferensi adalah sebagai berikut :

1. Buat data georeferensi dengan menekan File → Create → Georeference



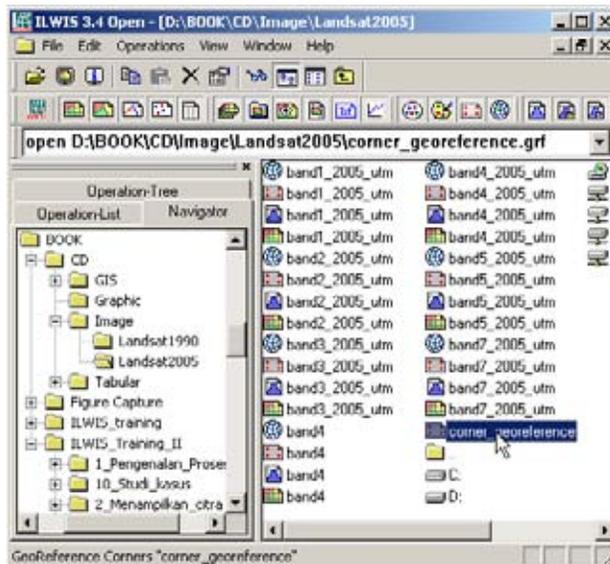
Gambar 7.8: Perintah pembuatan *Georeference*

2. Pada jendela Create Georeference yang muncul, masukkan nilai pojok-pojok yang akan kita gunakan sebagai acuan sebagaimana diperlihatkan pada gambar 7.9. Perhatikan bahwa pada contoh berikut, *georeference* yang baru saja dibuat diberi nama ***corner_georeference***.



Gambar 7.9: Mengisi Parameter *Georeference*

3. Georeference yang baru saja dibuat akan tampil pada jendela utama ILWIS sebagaimana diperlihatkan pada gambar berikut.



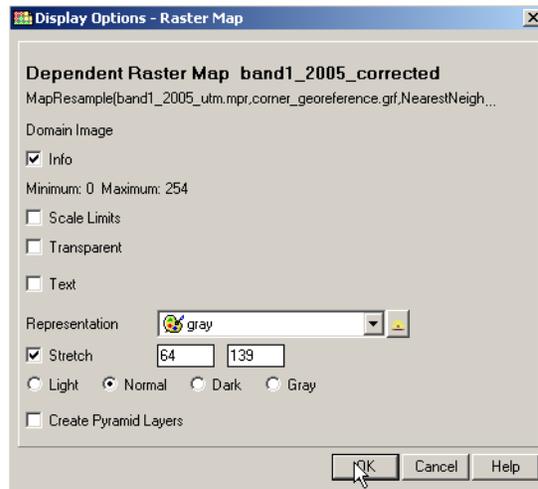
Gambar 7.10: Melihat File Georeference

4. Langkah berikutnya adalah melakukan proses **resample** berdasarkan georeferensi yang telah dibuat. *Resample* secara sederhana adalah penempatan kembali piksel-piksel dalam citra satelit berdasarkan posisi yang didefinisikan dalam georeferensi. Proses *resample* dilakukan dengan menekan Operations → Image processing → Resample



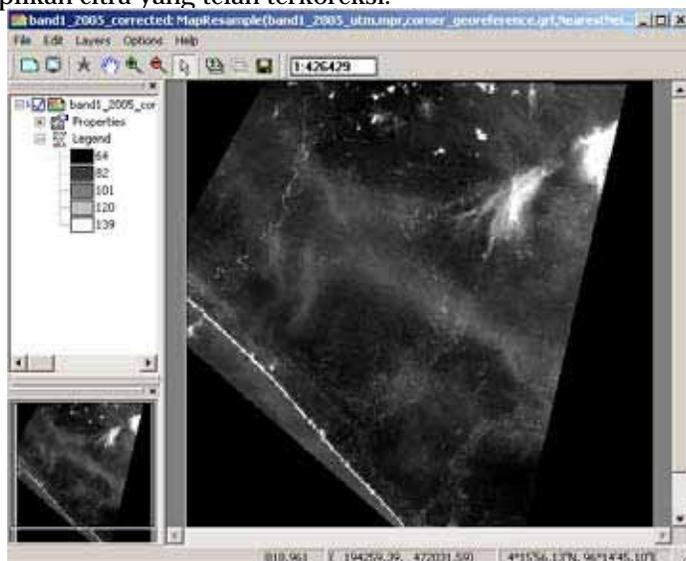
Gambar 7.11: Melakukan Resample

5. Jendela **Resample Map** sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 7.11 akan muncul. Masukkan kanal yang akan di koreksi, dalam contoh adalah *band1_2005_utm*, kemudian beril nama untuk hasilnya (pada contoh: *band1_2005-corrected*). Pilihlah Georeference yang sudah dibuat sebelumnya (*corner_georeference*), kemudian tekan Show.



Gambar 7.12: *Display Option* Hasil *Resample*

6. Tampilkan citra yang telah terkoreksi.

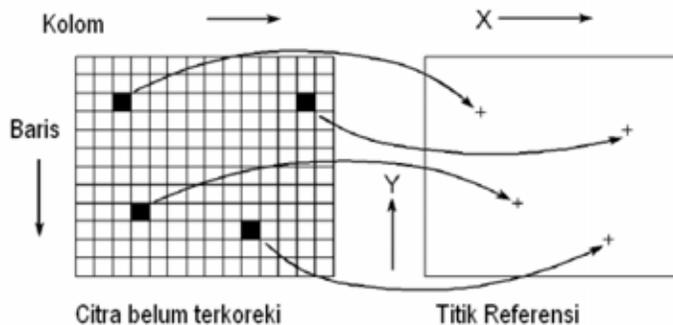


Gambar 7.13: Contoh Tampilan Hasil Georeference

7. Cobalah untuk melakukan proses tersebut pada kanal-kanal lain sebagai latihan, sehingga akan diperoleh pengetahuan dan keterampilan yang lebih baik.

7.2.2 Georeferensi citra dengan titik referensi (*tie points*)

Cara ini merupakan salah satu cara untuk mengoreksi data citra dengan membuat titik-titik sekutu yang sama posisi-nya dengan titik-titik yang memiliki referensi atau disebut juga titik acuan. Posisi dari titik-titik acuan didapatkan dari informasi GPS atau diambil dari peta rupa bumi. Hal yang perlu diperhatikan dalam memilih titik acuan adalah bahwa sebaiknya titik-titik tersebut diambil pada daerah yang mudah dikenali baik pada citra maupun pada keadaan aslinya (alam), seperti perempatan jalan, pertigaan jalan, dan cabang sungai, serta kenampakan lain, sehingga kekeliruan dalam menentukan titik sekutu bisa diminimalisasi. Selain itu, semakin banyak jumlah titik dan semakin menyebar distribusi titik-titik sekutu pada citra, akan semakin baik hasil dari proses koreksi geometrik yang dilakukan.



Gambar 7.14: Contoh melakukan Georeferensi *Tie Points*

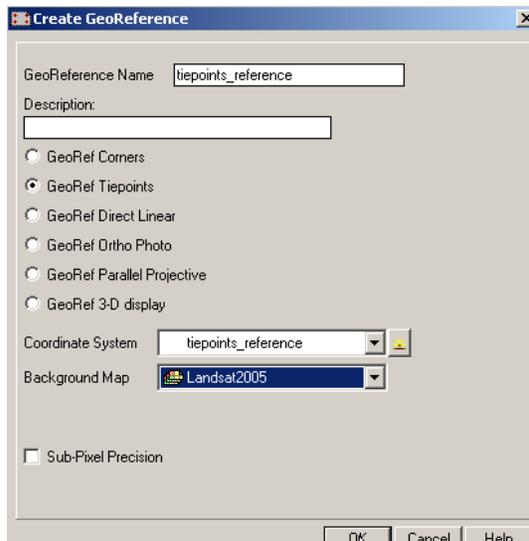
Langkah-langkah yang diperlukan untuk melakukan proses koreksi geometris dengan menggunakan titik sekutu dengan ILWIS adalah sebagai berikut :

1. Terlebih dahulu, bukalah citra satelit yang akan dikoreksi.
2. Kemudian pada jendela utama ILWIS tekan File → Create → Georeference. Jendela **Create georeference** akan terbuka, seperti terdapat pada Gambar 7.15.



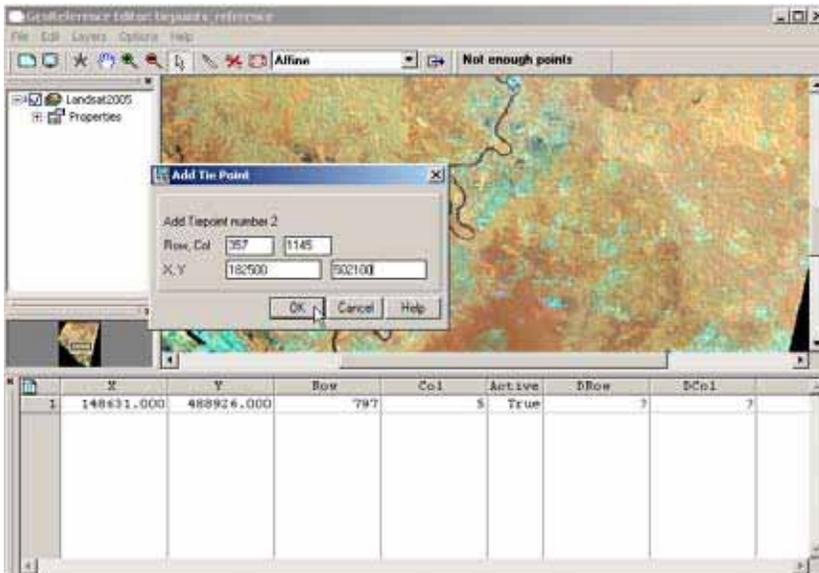
Gambar 7.15: Perintah Georeference *Tie Points*

3. Berikan nama georeferensi yang akan dibuat pada kolom **GeoReference Name**. Pilih metoda **GeoRef Tiepoints**. Pilih atau buat sistem koordinat yang diinginkan pada kolom **Coordinat System**. Tentukan citra yang akan dikoreksi pada kolom **Background Map** kemudian klik OK. Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 7.16.



Gambar 7.16: Memasukkan Parameter Georeference *Tie Points*

- Jendela **GeoReference Editor** sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 7.17 akan terbuka. Pilih satu lokasi pada citra yang telah diketahui koordinatnya. Klik lokasi tersebut, maka jendela **Add Tie Point** akan muncul. Perhatikan bahwa kolom **Row,Col** berisikan posisi titik yang dipilih pada citra. Adapun posisi geografis titik tersebut dimasukkan kedalam kolom **X,Y**. Ulangi proses tersebut untuk mengambil titik-titik lainnya. Jumlah minimum titik sekutu yang harus dimasukkan adalah 4 titik. Akan tetapi sangat disarankan untuk memasukkan sebanyak mungkin titik sekutu untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

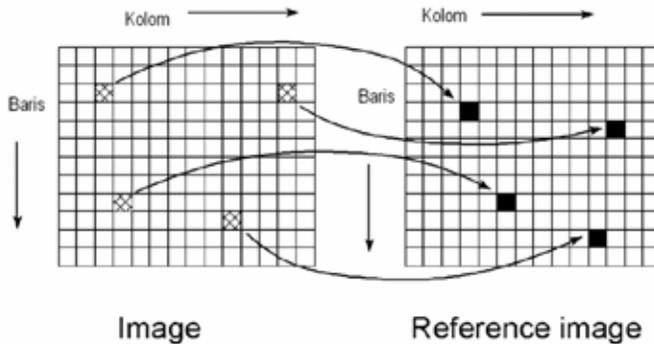


Gambar 7.17: Membuat Titik acuan

- Setelah semua titik selesai dimasukkan, lakukan proses **resample** sebagaimana telah dijelaskan pada bagian sebelumnya.

7.2.3 Georeferensi citra dengan citra lain yang telah terkoreksi

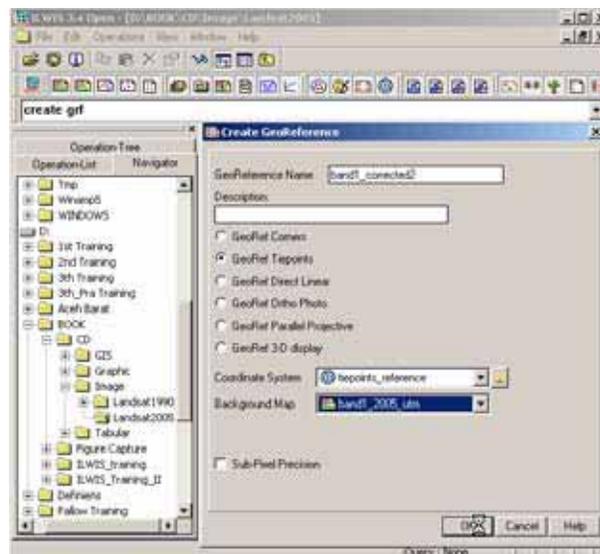
Secara prinsip, metode koreksi geometric ini tidak jauh berbeda dengan metode sebelumnya. Perbedaan yang mendasar adalah sumber informasi posisi titik sekutu. Pada metode yang akan diuraikan pada bagian ini, posisi geografis titik sekutu ditentukan dari citra satelit lain yang telah terkoreksi (*reference image*). Dalam hal ini amat penting untuk mengetahui presisi dari *reference image* yang digunakan. Hal tersebut dikarenakan, akurasi dan presisi geometrik yang dihasilkan metode ini tidak akan melebihi akurasi/presisi dari *reference image*.



Gambar 7.18: Georeference dari *Image* Terkoreksi

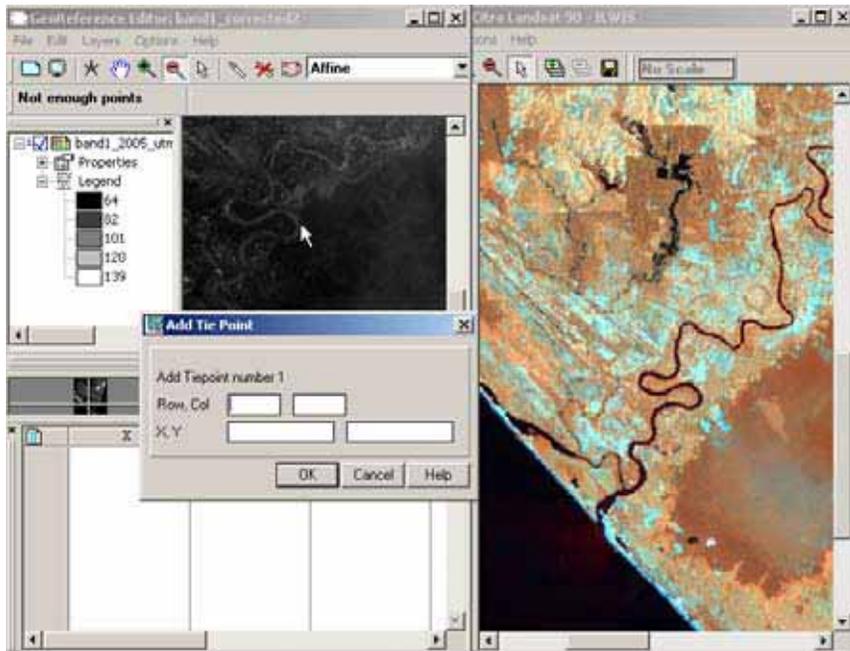
Langkah-langkah yang diperlukan untuk melakukan proses georeferensi pada ILWIS adalah sebagai berikut :

1. Tampilkan citra yang akan dikoreksi, kemudian pada **Map Window** yang berbeda, tampilkan juga citra yang telah terkoreksi.
2. Pada utama ILWIS, pilih File → Georeference. Jendela **Create Georeference** akan muncul.
3. Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, pada jendela ini, lakukan pemilihan metode koreksi, citra yang dikoreksi, serta sistem koordinatnya. Untuk lebih jelasnya lihat Gambar 7.19.



Gambar 7.19: Membuat Georeference Tie Points

4. Lakukan pemilihan titik sekutu sebagaimana telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, hanya saja kali ini isikan posisi geografis titik sekutu dengan memilih lokasi yang sama pada citra yang telah terkoreksi pada **Map Window** lainnya.



Gambar 7.20: Memasukkan *Tie Points*

5. Seperti pada metode koreksi geometric lainnya, akhiri proses koreksi dengan melakukan proses *resample*.

7.3 Perbaikan Tampilan Citra (*Image Enhancement*)

Pada umumnya, interpretasi citra secara visual merupakan bagian penting dalam pengolahan citra. Selain itu tampilan citra pada layar ataupun pada media cetak bisa merupakan alat komunikasi visual yang sangat berguna. Akan tetapi, seringkali tampilan citra berdasarkan DN aslinya bukan merupakan tampilan yang paling sempurna dalam memperlihatkan objek-objek tertentu di permukaan bumi. Oleh karena itu dibutuhkan beberapa proses untuk memperbaiki tampilan citra sehingga sesuai dengan kebutuhan. Perlu diingat bahwa proses perbaikan tampilan citra tidak akan mengubah nilai DN melainkan hanya memanipulasi tampilan pada layar.

7.3.1 Peregangan Linear (*Linear Stretching*)

Metode ini efektif untuk digunakan pada kanal-kanal yang mempunyai kisaran DN yang sempit, sehingga perbedaan atau tingkat kontras dari tampilan tidak terlalu terlihat jelas.

Langkah-langkah yang diperlukan untuk melakukan proses ini pada ILWIS adalah sebagai berikut :

1. Dari jendela utama ILWIS, pilih Operation → Image Processing → Stretch → Linear Stretching



Gambar 7.21: Perintah untuk Melakukan *Linear Stretching*

2. Pilih tombol Percentage biarkan nilai yang tertera kemudian klik Show. Amati hasil dari proses yang baru saja dilakukan, kemudian cobalah untuk bereksperimen dengan nilai-nilai lain pada kolom tersebut.
3. Cobalah untuk melakukan proses serupa pada kanal-kanal yang lain.

7.3.2 Histogram Equalization

Prinsip proses *Histogram Equalization* ini adalah mendistribusikan nilai piksel secara merata, sehingga persentasenya akan sama. Metode ini efektif untuk digunakan pada kanal-kanal dengan distribusi DN yang cenderung tidak merata, sehingga terdapat nilai-nilai tertentu yang frekwensinya sangat tinggi dan nilai-nilai lain yang sebaliknya amat rendah.

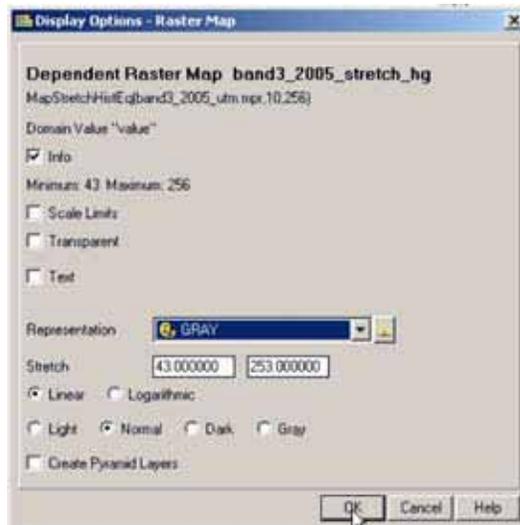
Langkah-langkah yang diperlukan untuk melakukan proses ini pada ILWIS adalah sebagai berikut :

1. Dari jendela utama ILWIS pilih :Operation → Image Processing → Stretch →Histogram Equalization



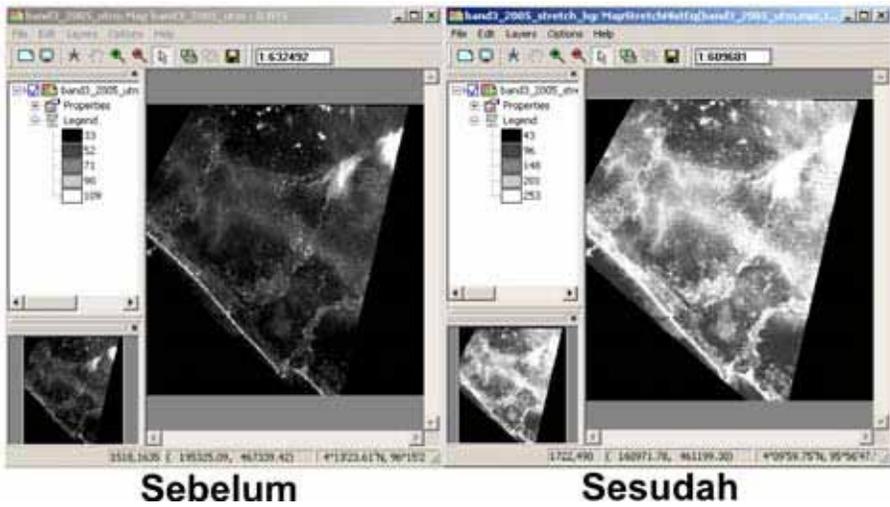
Gambar 7.22: Perintah *Histogram Equalization*

2. Pilih tombol Histogram Equalization, kemudian masukkan nilai 10 pada kolom **Percentage**. Klik Show.



Gambar 7.23: Display Option Hasil Operasi Histogram Equalization

3. Kemudian bandingkan hasilnya sebelum dan setelah dilakukan proses *histogram equalization*



Gambar 7.24: Tampilan Hasil Sebelum dan Sesudah Histogram Equalization

4. Cobalah untuk melakukan proses yang sama pada kanal-kanal lainnya.



BAB 8

Membuat Nilai Indeks dan Transformasi Citra Satelit

Bab ini membahas :

- Membuat indeks vegetasi menggunakan ILWIS
- Melakukan transformasi citra menggunakan ILWIS
- Menampilkan informasi dari hasil transformasi
- Membuat citra komposit dari hasil transformasi

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, citra satelit mengandung informasi yang sangat kaya dan bervariasi. Selain menguntungkan, hal ini juga memungkinkan terjadinya kesalahan interpretasi akibat sulitnya mengolah informasi yang amat banyak tersebut. Pada bagian ini akan dijelaskan tentang pengolahan citra satelit untuk menghasilkan nilai-nilai yang dapat dikatakan sebagai 'ringkasan' informasi dari citra satelit. Terdapat banyak sekali metode dan teknik untuk melakukan pengolahan citra (*image processing*). Dua (2) metode yang paling umum digunakan, yaitu pembuatan **indeks vegetasi** (*vegetation index*) dan **transformasi citra** (*image transformation*), akan dibahas pada bagian ini.

8.1 Pengolahan citra menggunakan ILWIS

Sebagian besar metode pengolahan citra dilakukan dengan menggunakan persamaan linear yang sederhana. Pada ILWIS, fasilitas yang paling tepat dan mudah untuk melakukan hal ini adalah dengan menggunakan *command line*, yaitu dengan cara menuliskan *script* atau kalimat perintah. Command line pada ILWIS pada dasarnya amat sederhana dengan format sebagai berikut:

Output map = Expression(input map)



Gambar 8.1: Tampilan *Command Line*

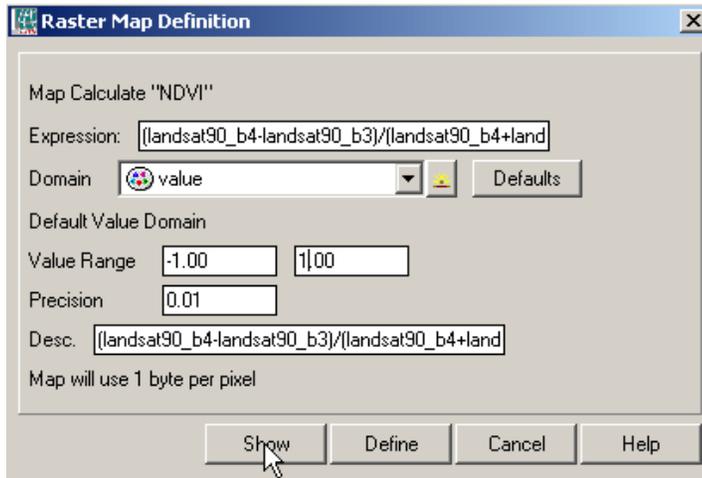
8.2 Membuat Indeks Vegetasi

Indeks vegetasi pada dasarnya adalah nilai indeks yang menunjukkan tingkat kerapatan vegetasi pada suatu area di permukaan bumi. Indeks vegetasi dihasilkan dengan membandingkan nilai piksel pada kanal yang sensitif terhadap vegetasi (pada umumnya kanal-kanal infra merah) terhadap nilai piksel pada kanal-kanal yang sensitif terhadap non vegetasi (biasanya kanal-kanal sinar tampak). Pada citra satelit Landsat, indeks vegetasi dapat dihasilkan dengan menghitung rasio antara band 4-7 dengan band 1-3. Salah satu indeks vegetasi yang paling banyak digunakan adalah *normalized difference vegetation index (NDVI)*.

NDVI dihitung dengan membandingkan nilai pada band 4 dengan nilai pada band 3. Hasilnya adalah indeks vegetasi dengan nilai minimum -1 untuk daerah dengan tutupan vegetasi paling kecil dan 1 untuk daerah dengan tutupan vegetasi paling besar.

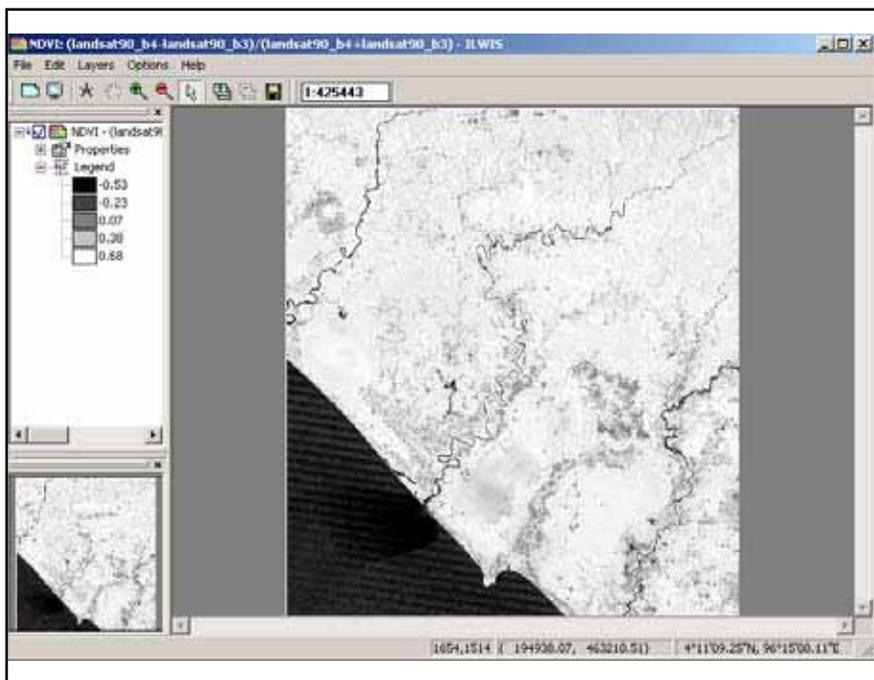
Langkah-langkah untuk menghitung NDVI dengan ILWIS adalah sebagai berikut:

1. Masukkan formula berikut kedalam **command line**
 $NDVI = (landsat90_b4 - landsat90_b3) / (landsat90_b4 + landsat90_b3)$
2. Tekan Enter, maka akan muncul jendela **Raster Map Definition** sebagaimana yang ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 8.2: Tampilan *Raster Map Definition*

3. Ubah kolom **Value Range** menjadi -1 dan 1 kemudian tekan tombol Show. Hasil penghitungan NDVI akan terlihat seperti gambar berikut:



Gambar 8.3: Tampilan Hasil Perhitungan NDVI

4. Area yang berwarna terang (NDVI tinggi) adalah area yang mempunyai tingkat kerapatan vegetasi yang lebih tinggi

8.3 Melakukan transformasi citra

Transformasi citra yang akan dipelajari pada bagian ini adalah *Tasseled Cap Transformation* (TCT). TCT akan menghasilkan 3 data baru yang disebut dengan *brightness*, *greenness*, dan *wetness*. *Brightness* menunjukkan nilai yang tinggi untuk daerah yang tidak bervegetasi. *Greenness* sebaliknya menunjukkan nilai tinggi pada daerah yang bervegetasi. *Wetness* merupakan nilai kelembaban atau kandungan air yang sangat berguna dalam menginterpretasi lahan basah, misalnya gambut, rawa, dan lain-lain.

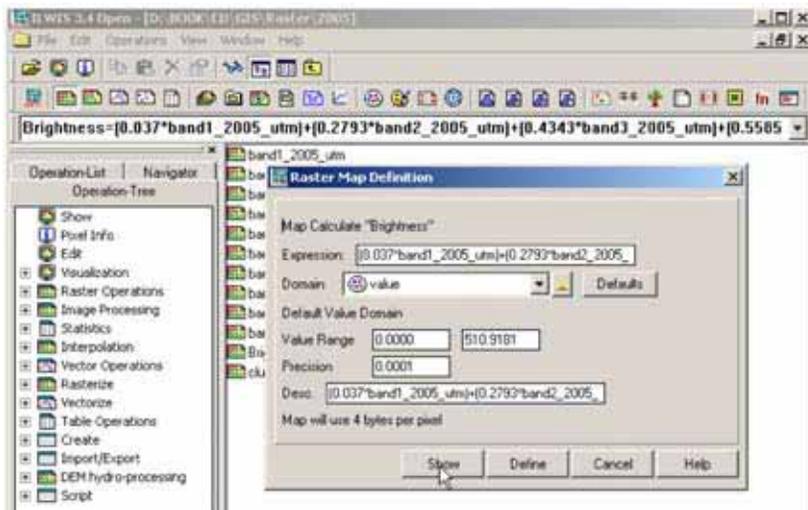
Sama halnya dengan NDVI, TCT dihitung dengan menggunakan *command line* pada ILWIS. TCT dibuat dengan mengalikan konstanta atau nilai tertentu pada masing-masing kanal citra satelit. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa untuk citra Landsat, konstanta untuk masing-masing kanal yang paling optimum adalah sebagai berikut:

	Kanal1	Kanal2	Kanal3	Kanal4	Kanal5	Kanal7
Brightness	0.3037	0.2793	0.4343	0.5585	0.5082	0.1863
Greenness	-0.2848	-0.2435	-0.5436	0.7243	0.084	-0.18
Wetness	0.1509	0.1793	0.3299	0.3406	-0.7112	-0.4572

Langkah-langkah untuk melakukan *Tasseled Cap Transformation (TCT)* adalah sebagai berikut :

1. Untuk menghitung nilai *Brightness*, masukkan perintah berikut pada **command line** ILWIS :

```
Brightness= (0.3037*band1)+(0.2793*band2)+(0.4343*band3)+(0.5585*band4)+(0.5082*band5)+(0.1863*band7)
```

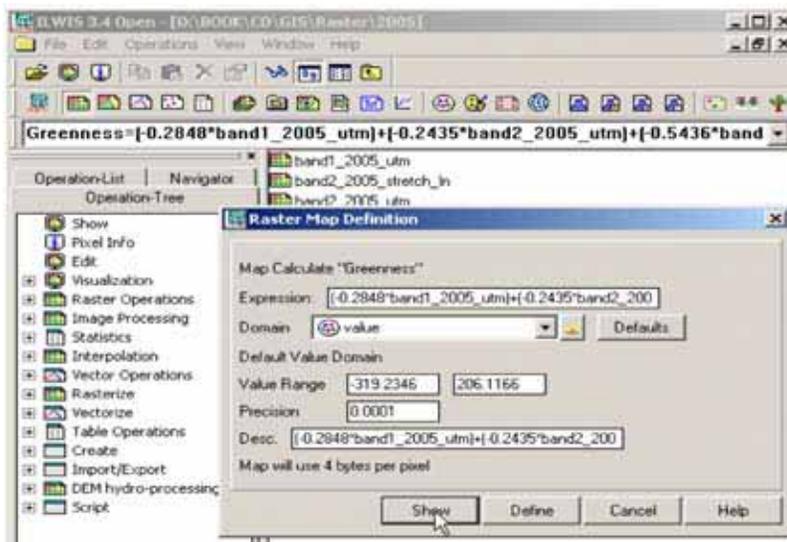


Gambar 8.4: Perintah Menghitung Brightness

2. Untuk menghitung nilai *greenness*, masukkan formula di bawah ini pada **command line** :

Greenness=

$$(-0.2848 * band1) + (-0.2435 * band2) + (-0.5436 * band3) + (0.7243 * band4) + (0.084 * band5) + (-0.18 * band7)$$

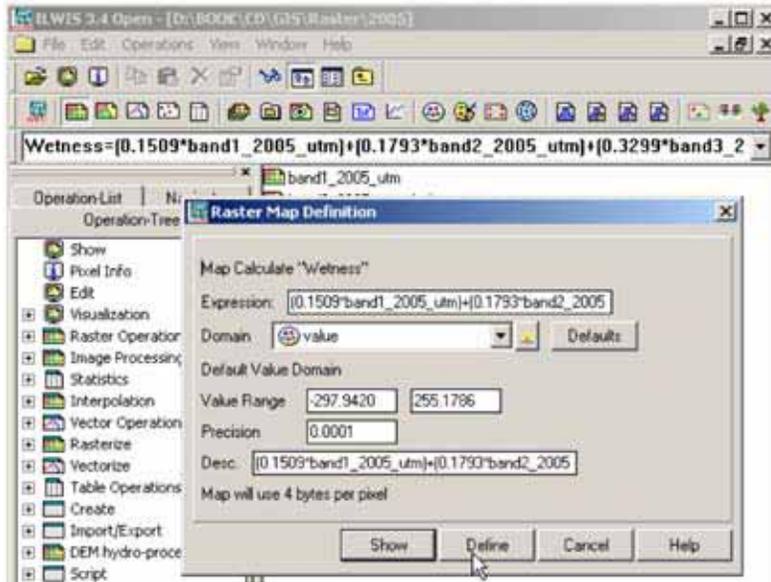


Gambar 8.5: Perintah untuk Menghitung Greenness

3. Untuk menghitung nilai *wetness*, masukkan formula di bawah ini pada **command line** :

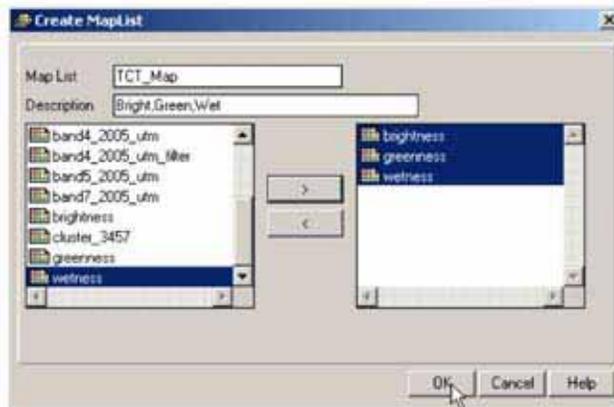
Wetness=

$$(0.1509*band1)+(0.1793*band2)+(0.3299*band3)+(0.3406*band4)+(-0.7112*band5)+(-0.4572*band7)$$



Gambar 8.6: Perintah untuk Menghitung Wetness

4. Langkah selanjutnya adalah membuat **Map List** dari hasil perhitungan *brightness*, *greenness*, dan *wetness*. Pilih **File** → **Create** → **Maplist**.



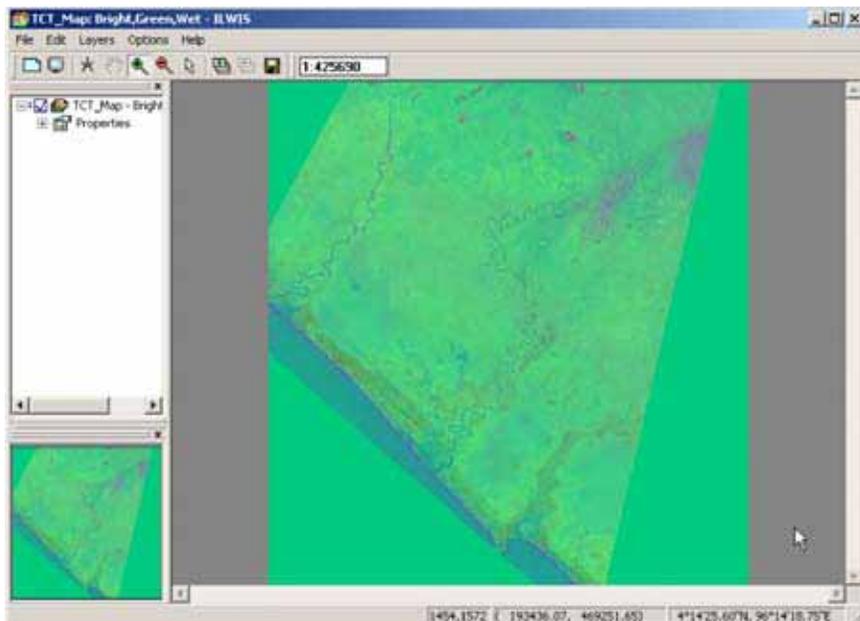
Gambar 8.7: Perintah Membuat *Map List*

- Pilih Visualization, arahkan ke as Color Composite, kemudian masukan nama kanal sebagaimana ditunjukkan pada gambar 8.6.



Gambar 8.8: Menampilkan Hasil Perhitungan Menggunakan *Color Composite*

- Menampilkan peta hasil dengan menekan tombol **OK** pada **Display Option-Map List as Color Composite**.



Gambar 8.9: Contoh Tampilan *Color Composite* dari *Brightness*, *Greenness* dan *Wetness*



BAB 9

Klasifikasi Citra Untuk Membuat Peta Tutupan Lahan

Bab ini membahas :

- Proses pengumpulan data lapangan
- Proses pembuatan contoh klasifikasi
- Klasifikasi tak terbimbing
- Klasifikasi terbimbing

Klasifikasi citra satelit menjadi peta tutupan lahan merupakan aplikasi penginderaan jauh yang paling banyak digunakan. Klasifikasi tutupan lahan adalah proses interpretasi dan pemberian label kelas tutupan lahan untuk tiap-tiap piksel yang ada pada citra satelit. Hasil dari proses klasifikasi adalah peta tutupan lahan. Peta tutupan lahan memuat informasi kelas tutupan lahan yang ada di suatu unit area. Tingkat kedetailan informasi peta tutupan lahan yang bisa dihasilkan dari klasifikasi citra satelit amat tergantung pada tujuan utama pembuatan peta, resolusi citra, pengenalan lapang, hardware dan ketrampilan pengguna. Sebagai contoh, untuk beberapa organisasi, peta tutupan lahan dengan kelas hutan dan non-hutan sudah dirasa memadai. Akan tetapi untuk penggunaan lain, misalnya mengukur cadangan karbon, dibutuhkan lebih dari sekedar hutan-non hutan. Sebelum melakukan klasifikasi, hendaknya dipahami dengan benar tujuan pembuatan peta

tutupan lahan, sumber daya serta kendala-kendala yang ada. Pengenalan lapangan, baik berupa survey lapangan yang bersifat sistematis dengan menggunakan GPS maupun dalam bentuk yang lebih kualitatif dan bertumpu pada kearifan lokal, tak ternilai harganya dalam memberikan kontribusi pada proses klasifikasi.

Dari segi metodologi, klasifikasi dapat dilakukan secara manual maupun dengan cara digital. Klasifikasi digital umumnya terbagi menjadi dua jenis klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised clasification*) dan klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Klasifikasi tidak terbimbing atau juga disebut *clustering*, adalah klasifikasi yang dilakukan tanpa adanya contoh (sample) tutupan lahan. Sebaliknya, klasifikasi terbimbing adalah klasifikasi yang dilakukan dengan terlebih dahulu membuat contoh (*training sample*) yang merupakan area yang kita tahu benar tutupan lahannya di lapangan. Himpunan dari training sample ini akan membentuk *ciri spektral* dari masing-masing tipe tutupan lahan. Ada juga metode klasifikasi sederhana yang menentukan rentang nilai spektral tertentu untuk masing-masing kelas tutupan lahan. Klasifikasi semacam ini disebut *density slicing*.

Dua metode tersebut diatas memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Apabila training sample tidak tersedia dan tidak memungkinkan untuk dibuat maka unsupervised classification adalah pilihan terbaik. Sedangkan jika dimungkinkan untuk mengambil sample, maka gunakanlah metode supervised classification. Kedua metode ini dapat dilakukan dengan menggunakan ILWIS.

Selain dua metode diatas, klasifikasi juga dapat dilakukan secara manual dengan cara digitasi layar yang telah dipelajari pada tahap pelatihan sebelumnya. Akan tetapi hal ini jarang digunakan untuk daerah yang luas, karena memakan waktu sangat banyak dan sangat tergantung pada subyektifitas individu yang menginterpretasi.

Bab ini akan diawali dengan pembahasan akan survey lapangan dan proses pemasukkan data yang diambil selama survey ke dalam SIG. Kemudian akan dibahas langkah-langkah dalam melakukan klasifikasi tak terbimbing dan terbimbing.

9.1 Survey Lapangan Untuk Inventarisasi Tutupan Lahan

9.1.1 Merencanakan survey

Setiap survey dilakukan untuk tujuan tertentu. Sehubungan dengan kebutuhan data lapangan untuk interpretasi citra satelit seperti telah dibahas sebelumnya, dalam bab ini kita akan mendiskusikan tahapan survey lapang, yang sering juga disebut dengan *ground-truthing*. Tujuan dari ground-truthing

adalah mengumpulkan data lapangan, yaitu tutupan lahan jenis vegetasi, faktor biofisik lain dan bisa juga faktor sosial dan budaya yang mempengaruhi tutupan lahan pada titik-titik di area yang diteliti. Pada titik-titik ini koordinat akan dicatat dengan menggunakan *GPS (Global Positioning System) receiver* (lihat bagian 1.8) untuk nantinya dipetakan di atas citra satelit beserta seluruh data yang diambil dari lapangan.

Beberapa hal harus dipersiapkan sebelum melakukan survey. Untuk survey ini alat-alat yang digunakan adalah GPS receiver, kamera digital dan perangkat tulis-menulis. Sedangkan bahan yang digunakan adalah peta dasar dan peta tutupan lahan maupun citra satelit. Apabila ada kesempatan, diskusi kelompok dengan masyarakat setempat akan sangat membantu. Disamping itu sangat dianjurkan untuk melakukan survey bersama-sama dengan penduduk lokal yang sangat mengenal daerahnya.

Selain itu perlu ditentukan target yang akan dicapai dalam survey tersebut:

- **Jenis obyek tertentu yang harus dikunjungi**

Dalam hal ini yang ingin kita cari adalah semua jenis-jenis tutupan lahan yang ada pada area penelitian dan termasuk dalam skema klasifikasi dari peta tutupan lahan yang ingin kita hasilkan. Contohnya: hutan, kelapa sawit, karet, agroforest kelapa, lahan pertanian, sawah, pemukiman, tanah terbuka, dll. Semakin detail skema klasifikasi yang ingin dicapai, semakin banyak jenis tutupan lahan yang harus dicakup sehingga semakin ekstensif dan intensif survey lapangan yang harus dilakukan.

- **Jumlah ulangan dari masing-masing obyek**

Kita harus menentukan minimum jumlah titik yang harus kita ambil untuk proses klasifikasi maupun pasca klasifikasi. Semakin kompleks tutupan vegetasinya dalam suatu kelas tutupan lahan, sebaiknya semakin banyak ulangan yang diambil di lapang. Selain itu semakin tinggi akurasi yang diharapkan dari peta yang akan dihasilkan, semakin banyak ulangan yang diperlukan. Hendaknya diingat bahwa apabila kita mempunyai rencana untuk melakukan klasifikasi terbimbing, maka jumlah ulangan haruslah semakin banyak, karena data yang dikumpulkan dari survey akan dibagi menjadi dua bagian. Sebagian digunakan untuk menentukan contoh klasifikasi dan selebihnya untuk menghitung akurasi dari hasil interpretasi.

- **Lokasi dan sebaran obyek**

Dengan melihat tipe penggunaan lahan yang aktual dilapangan, diharapkan dapat diamati sebaran dari tipe penutupan lahan tersebut. Hal ini akan menjadi gambaran dalam memperkirakan proses klasifikasi dan juga bisa digunakan untuk menambah titik GPS yang kita perlukan. Semakin luas dan tersebar tipe penutupan lahan aktual, semakin banyak titik GPS yang harus dikumpulkan.

9.1.2 Melakukan Pengambilan Data

Dalam bagian ini akan dijelaskan tahapan pengumpulan data lapangan dengan menggunakan GPS *receiver* dengan tipe produk Garmin. GPS *receiver* tersedia dalam berbagai tipe dengan cara operasi yang hampir serupa, tetapi berbeda dalam tingkat akurasi, fasilitas, penampilan dan kapasitas penyimpanan data.

Pengambilan data kelas tutupan lahan sebaiknya dilakukan di dalam areal yang homogen dalam radius yang tidak lebih kecil dari resolusi spasial citra satelit yang akan diklasifikasikan. Sebagai contoh, misalkan data lapangan akan digunakan untuk klasifikasi citra landsat, maka luasan daerah yang akan diambil sebagai sample tidak boleh lebih kecil dari luasan satu piksel landsat, yaitu 900m persegi. Hal ini penting untuk mengurangi tingkat kesalahan karena pergeseran ke akurasi GPS tersebut. Beberapa sumber kesalahan dari GPS antara lain:

- Hambatan di atmosfer yang mengakibatkan sinyal diterima lebih lambat
- Sinyal ganda; akibat adanya pemantulan dari gedung tinggi atau pegunungan
- Kesalahan pengaturan jam pada receiver
- Kesalahan orbit satelit
- Rendahnya kualitas dan kuantitas sinyal satelit yang diterima receiver; semakin banyak sinyal semakin baik hasil pengukuran GPS
- Sinyal yang terdegradasi; sebelum tahun 2002, Amerika Serikat sebagai pemilik NAVSTAR mengaktifkan sistem degradasi sinyal yang mencegah pihak lain di luar AS untuk mendapatkan pengukuran yang akurat. Sejak 2002, aturan ini dicabut sehingga akurasi GPS meningkat sampai 6-12m

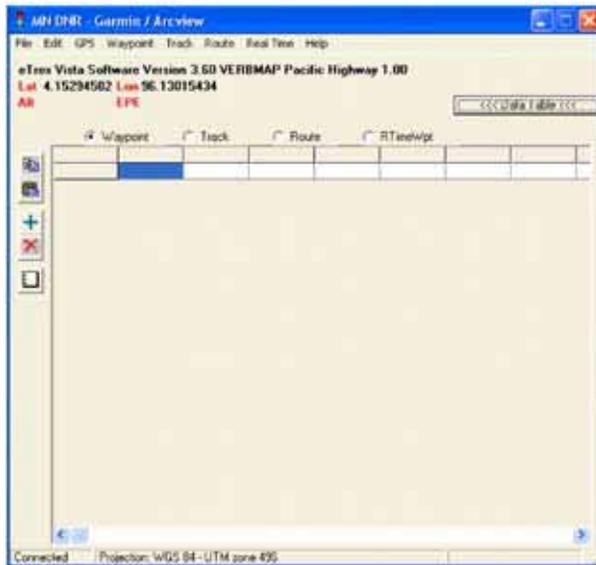
9.1.3 Pemindahan data dari GPS dan transformasi data menjadi GIS data

Data yang dikumpulkan di lapangan selama survey harus dipindahkan dari GPS ke komputer sehingga bisa digunakan dalam perangkat lunak SIG. Dalam materi ini kita akan ditunjukkan langkah-langkah untuk memindahkan data dari GPS untuk kemudian dipakai dengan ILWIS. Untuk proses tersebut akan digunakan software DNR-Garmin yang merupakan perangkat lunak tak berbayar yang bisa diunduh melalui situs DNR

(<http://www.dnr.state.mn.us/mis/gis/tools/arcview/extensions/DNRGarmin/DNRGarmin.html>). Perangkat instalasi DNR Garmin juga disertakan dalam CD.

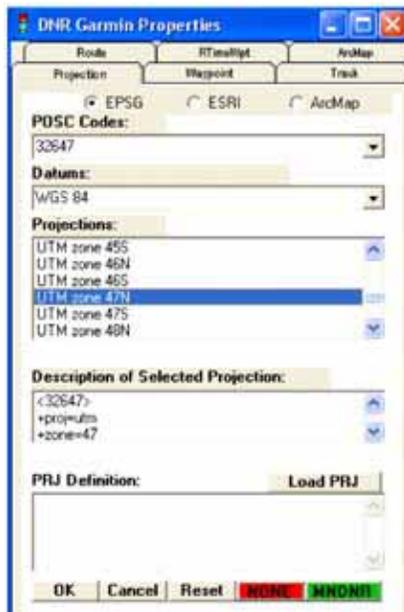
Tahap dalam melakukan transfer data meliputi:

1. Lakukan proses instalasi DNR Garmin kemudian aktifkan melalui tombol **Start** pada **Windows**



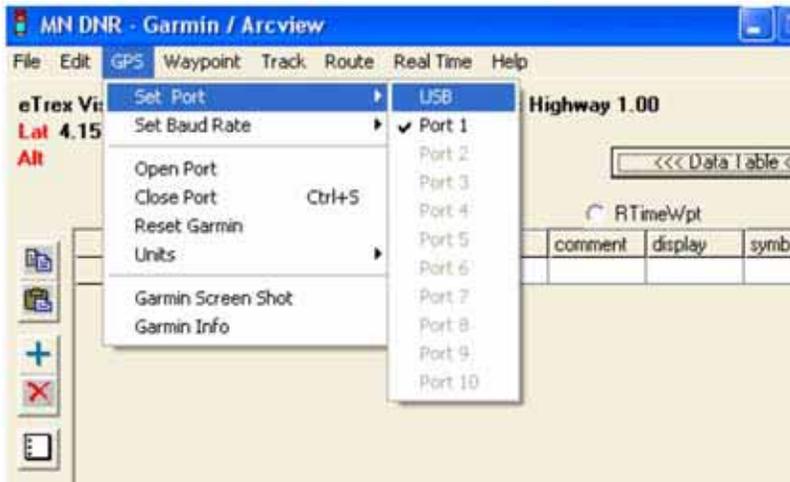
Gambar 9.1: Jendela utama DNR Garmin

2. Jika dibutuhkan, ubahlah pengaturan proyeksi yang digunakan dengan memilih File → Set projection .



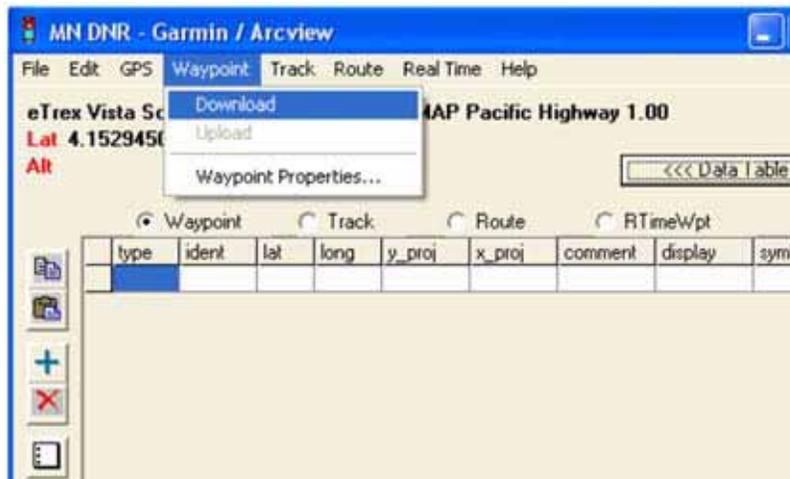
Gambar 9.2: Memilih sistem koordinat

3. Hubungkan perangkat GPS pada komputer dengan menggunakan kabel transfer. Kabel transfer umumnya disertakan dalam setiap paket penjualan GPS. Kemudian pilih GPS → Set Port → Pilih koneksi yang tepat sesuai jenis kabel transfer (misalnya **Usb/Port 1**).



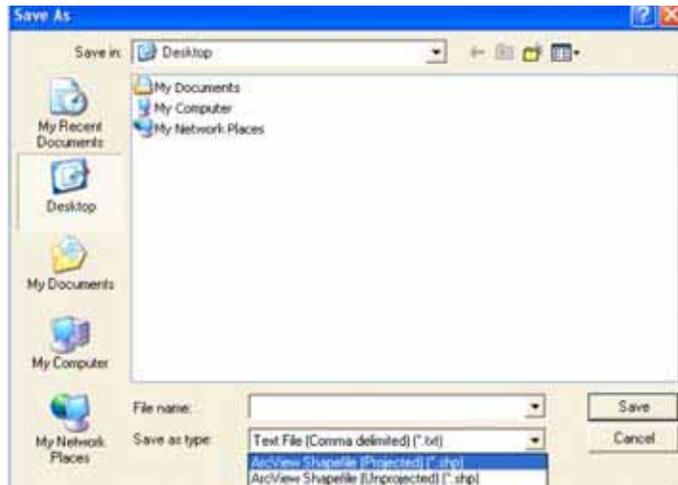
Gambar 9.3: Memilih saluran (port) untuk melakukan transfer data

4. Pindahkan data dari GPS ke dalam komputer dengan memilih Waypoint → Download → OK.



Gambar 9.4: Mengeksekusi perintah transfer data

5. Untuk dapat memindahkan data ke dalam ILWIS, data GOS haruslah terlebih dahulu disimpan dalam format yang umum digunakan, misalnya format *Shapefile*. Untuk menyimpan data dalam format *shapefile*, pilih File → Save to → kemudian pilihlah *Arcview shapefile projected*



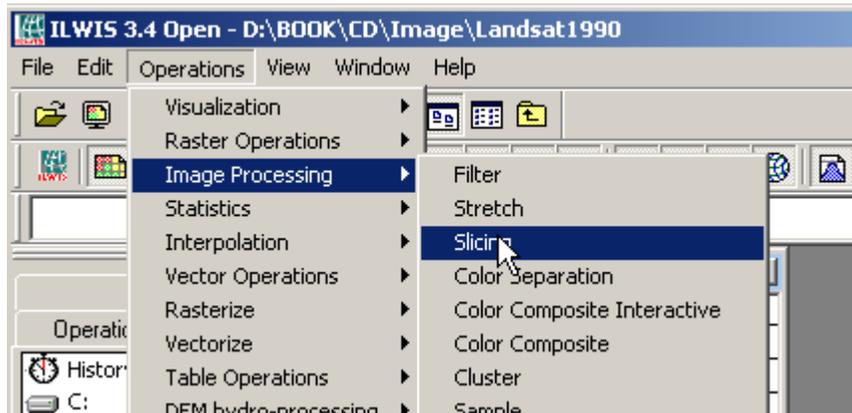
Gambar 9.5: Memilih format akhir

Transformasi data GPS yang telah disimpan dalam bentuk *Shapefile* dapat dilakukan dengan proses **Importing** sebagaimana telah dijelaskan dalam Bab 5.

9.2 Klasifikasi Tak Terbimbing Dengan *Density Slicing*

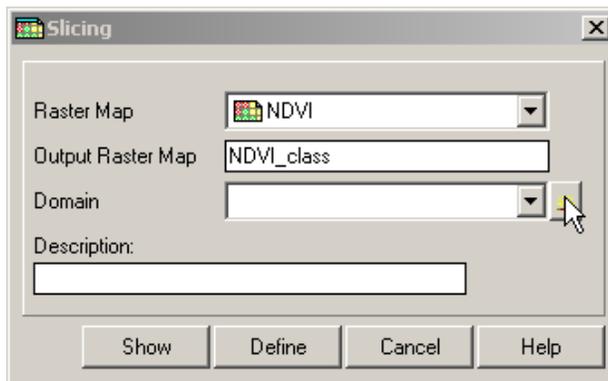
Klasifikasi dengan teknik *density slicing* dilakukan dengan cara mengelompokkan piksel berdasarkan rentang nilai spektral tertentu. Sebagai contoh, hasil pengolahan NDVI yang telah dijelaskan pada Bab 8.2 akan digunakan sebagai sumber data untuk melakukan proses *density slicing*. Seperti telah diketahui nilai -1 sampai dengan 0 pada NDVI menunjukkan daerah-daerah yang tidak bervegetasi, sedangkan nilai 0 sampai dengan 1 menunjukkan daerah-daerah bervegetasi. Pada contoh berikut akan dilakukan klasifikasi dengan teknik *density slicing* untuk membedakan kelas tutupan lahan **vegetasi** dan **non vegetasi**.

1. Klik Operations → Image Processing → Slicing pada jendela utama ILWIS. Jendela **Slicing** akan terbuka.



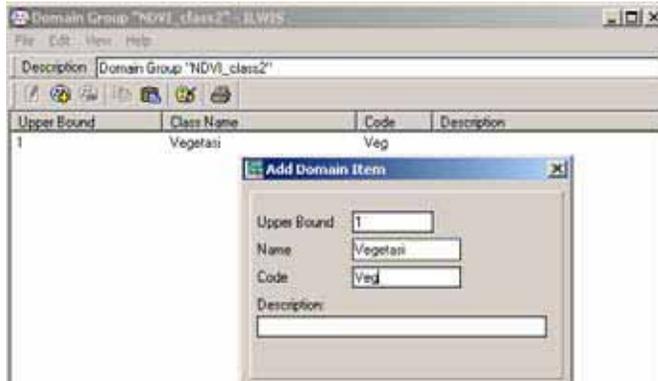
Gambar 9.6: Instruksi Operasi Slicing

2. Pilih data **NDVI** pada kolom **Raster Map** dan beri nama **NDVI_Class** pada kolom **Output Raster Map**. Klik tombol  untuk membuat domain baru.



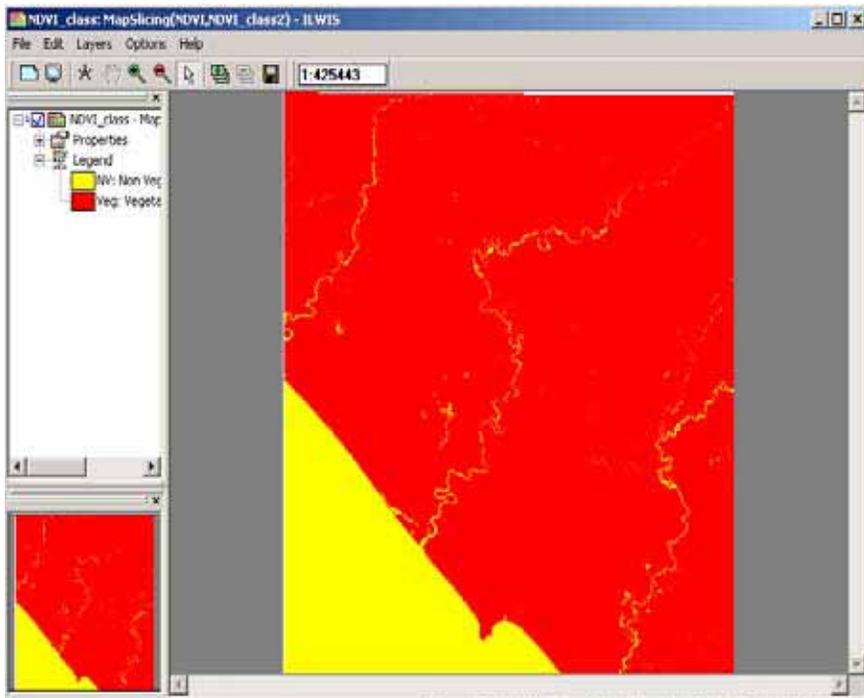
Gambar 9.7: Proses Operasi Slicing

3. Beri nama **NDVI_class** pada jendela dialog **Create Domain**, aktifkan kotak **Group** dan klik OK. Buat dua domain baru dengan nama **Vegetasi** dan **Non Vegetasi**. Masukkan angka 0 untuk Upper bound kelas **Non vegetasi** dan angka 1 untuk kelas **Vegetasi**.



Gambar 9.8: Edit Domain

4. Klik Show pada jendela **Slicing**. Hasil dari proses klasifikasi sederhana ini ditunjukkan pada gambar dibawah:

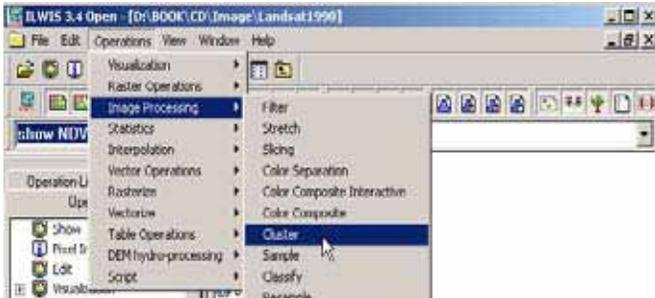


Gambar 9.9: Contoh Tampilan Hasil Slicing Sederhana

9.3 Klasifikasi Tak Terbimbing Dengan *Clustering*

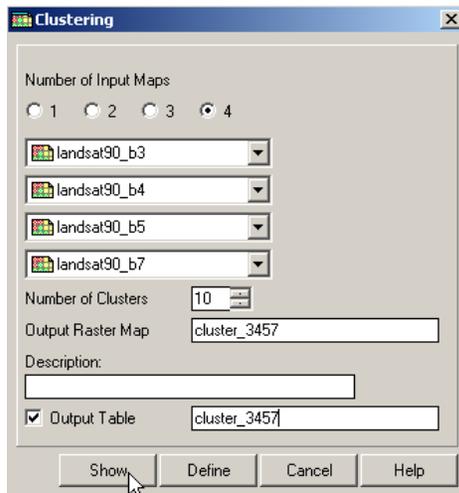
Proses lain dalam kategori klasifikasi tidak terbimbing pada ILWIS adalah *clustering*. Langkah-langkah *clustering* adalah sebagai berikut:

1. Aktifkan menu **Clustering** dengan menekan Operations→Image processing→Cluster.



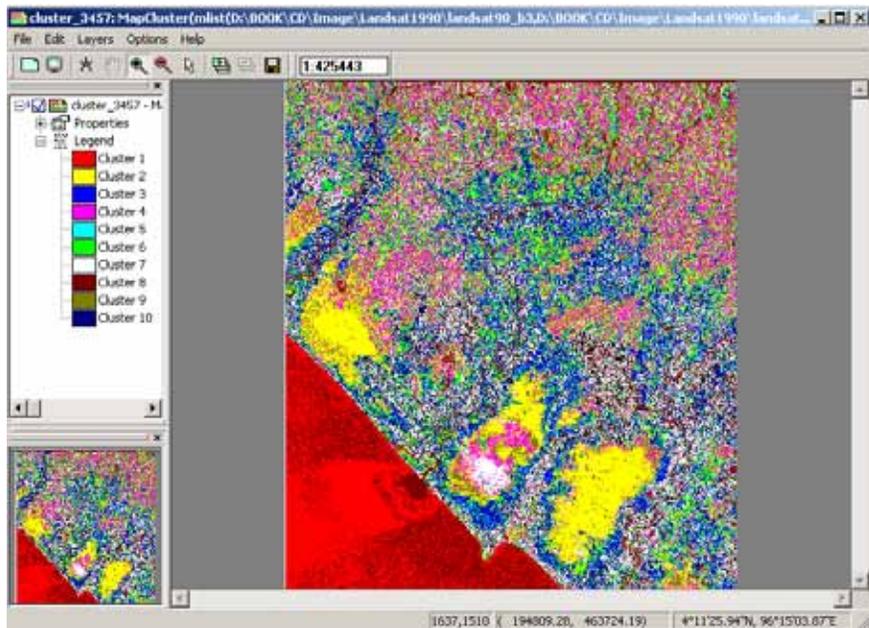
Gambar 9.10: Instruksi Clustering

2. Jendela dialog **Clustering** akan terbuka. Pilih jumlah data yang akan diklasifikasi dengan cara menekan tombol 4 sebagaimana ditunjukkan pada gambar dibawah. Pilih kanal-kanal dalam citra satelit yang telah dipergunakan sebelumnya sebagai input klasifikasi. Number of cluster menentukan berapa jumlah kelas yang akan dihasilkan, masukkan **10** kelas pada kolom ini. Berikan nama pada kolom **Output Raster Map**, aktifkan tombol **Output Table** dan beri nama pada kolom tersebut. Klik Show.



Gambar 9.11: Proses Clustering

3. Hasil klasifikasi dengan metode *clustering* akan muncul sebagaimana dicontohkan pada gambar dibawah ini.



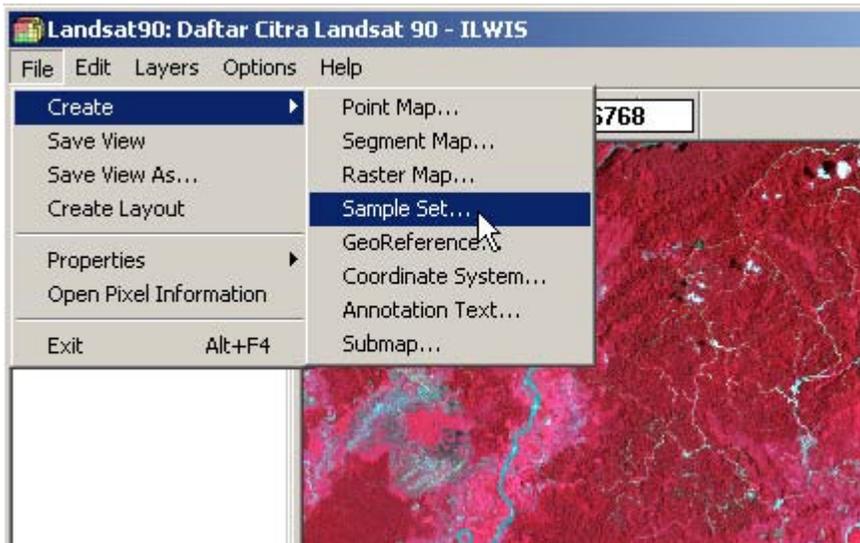
Gambar 9.12: Contoh Tampilan Hasil Clustering

9.4 KLASIFIKASI TERBIMBING

Sebagaimana dijelaskan sebelumnya, klasifikasi terbimbing dilakukan dengan menentukan sampel untuk tiap-tiap tipe tutupan lahan yang akan diklasifikasikan. Oleh karena itu terdapat dua langkah dalam proses ini yaitu: pembuatan sampel dan klasifikasi.

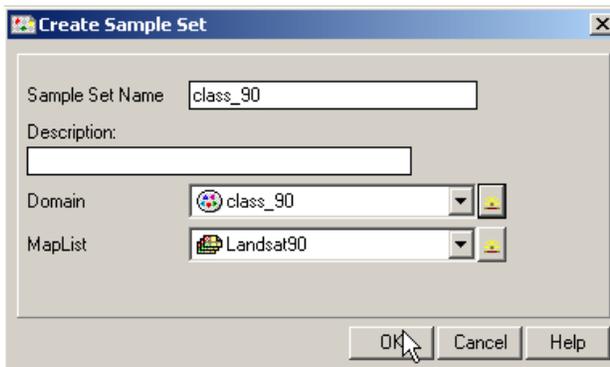
9.4.1 Membuat sampel

1. Bukalah salah satu data citra satelit dengan menggunakan citra komposit. Pada jendela **Map Window**, pilih File→Create→Sample Set.



Gambar 9.13: Instruksi Sample Set

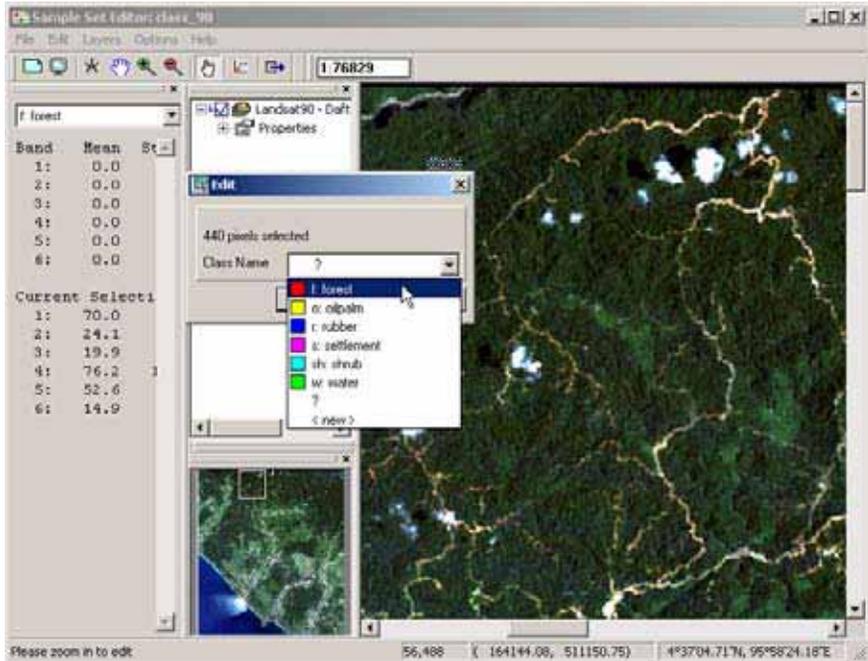
2. Jendela **Create Sample Set** akan terbuka. Beri nama *sample set* ini, kemudian klik tombol  untuk membuat domain kelas penutupan lahan. Pilih salah satu *maplist* pada kolom **MapList**. *Maplist* yang dipilih akan menjadi sumber data untuk proses klasifikasi. Klik OK, toolbar  akan muncul pada **MapWindow**.



Gambar 9.14: Proses Sample Set

3. Buat poligon atau titik pada salah satu bagian citra satelit yang dapat dikenali tutupan lahannya. Klik kanan pada poligon yang telah dibuat. Menu **Edit** dengan nama tutupan lahan yang telah dibuat pada domain

akan muncul. Pilih salah satu tipe tutupan lahan sebagaimana terlihat pada contoh dibawah, klik OK. Lakukan hal yang sama untuk membuat sampel tipe tutupan lahan lainnya. Sampel haruslah diambil dengan jumlah yang mencukupi untuk semua kelas tutupan lahan.



Gambar 9.15: Memilih Sample Area

4. Untuk memeriksa kualitas sampel yang telah diambil, dapat digunakan fungsi **Feature Space**. Feature space akan menampilkan semua sampel yang telah dibuat pada diagram yang memuat nilai piksel pada dua kanal yang berbeda. Feature space dibuat dengan menekan tombol

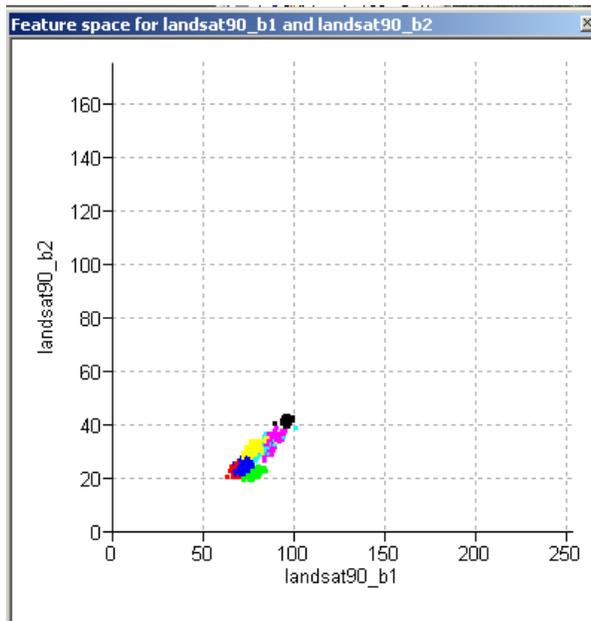


pada **Map Window**.



Gambar 9.16: Menjalankan Fungsi Feature Space

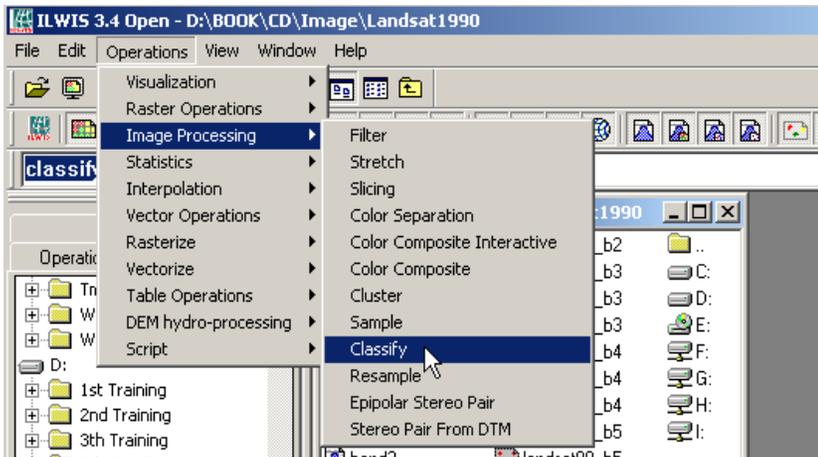
5. *Feature space* akan tampil sebagaimana dicontohkan pada gambar berikut.



Gambar 9.17: Tampilan Feature Space

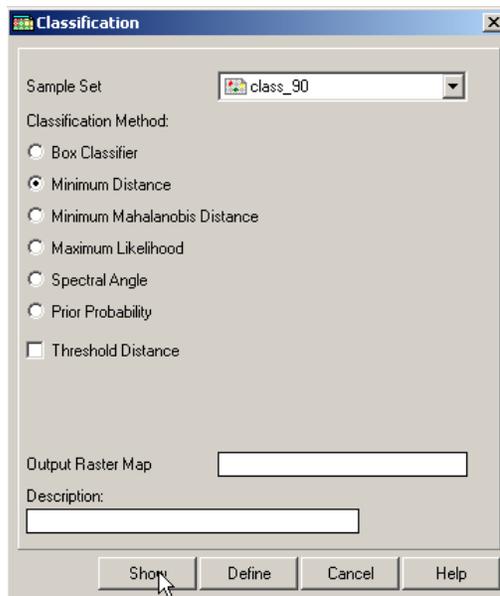
9.4.2 Melakukan klasifikasi

1. Klik Operations → Image Processing → Classify pada jendela utama ILWIS. Jendela **Classification** akan terbuka.



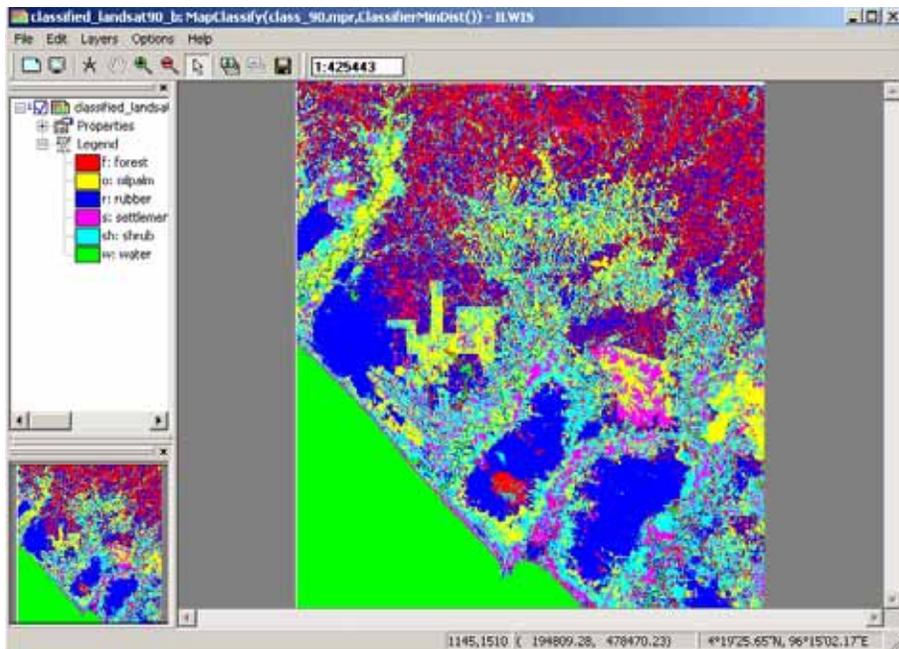
Gambar 9.18: Instruksi Klasifikasi

2. Pilih *sample set* yang baru saja dibuat, pilih **Maximum Likelihood** pada tombol di menu tersebut. Beri nama file baru yang akan dibuat kemudian klik Show.



Gambar 9.19: Proses Klasifikasi

3. Citra hasil klasifikasi akan terlihat sebagaimana dicontohkan pada gambar berikut:



Gambar 9.20: Contoh Tampilan Hasil Klasifikasi



BAB 10

Analisa Data Sederhana

Bab ini membahas :

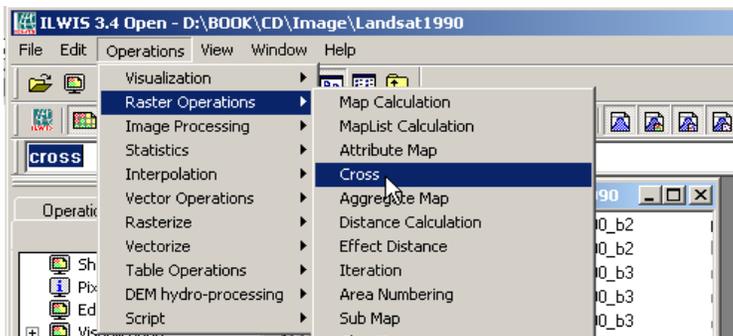
- Analisa akurasi pad ILWIS
- Menghitung luas tutupan lahan hasil klasifikasi
- Analisa sederhana mengenai deforestasi
- Menampilkan data hasil analisa

Sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, dari hasil proses klasifikasi citra satelit akan didapatkan peta tutupan lahan dalam format raster. Untuk dapat menghasilkan informasi yang berguna dan akurat, seringkali data-data yang diperoleh dari proses-proses sebelumnya memerlukan pemrosesan dan analisa lebih lanjut. Langkah-langkah tersebut antara lain: **penghitungan akurasi peta, analisa statistik sederhana, dan pembuatan ringkasan hasil pemetaan.** Dalam bagian berikut akan dijelaskan cara melakukan penghitungan nilai akurasi, dan membuat ringkasan hasil pemetaan. Langkah ini akan menjadi bagian awal sekaligus pengantar ke volume ke 2 dari buku ini. Pada Buku 2 akan dibahas secara mendalam berbagai proses analisa spasial di dalam ILWIS, serta proses pemodelan yang kompleks dengan mengintegrasikan berbagai macam data dari berbagai sumber, seperti data sosial ekonomi, kebijakan, dan lain-lain.

10.1 Menghitung Tingkat Akurasi Hasil Klasifikasi

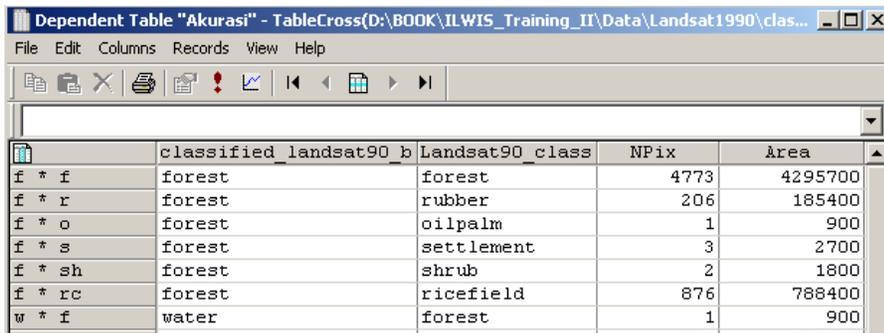
Untuk menghitung tingkat akurasi hasil klasifikasi, perlu dipersiapkan beberapa data yang akan dikombinasikan yaitu data titik GPS dengan informasi kelas tutupan lahan yang dikumpulkan dari survey/*ground-truthing* sebagaimana dibahas dalam bab sebelumnya, dan hasil klasifikasi citra yang sudah kita buat. Kedua data tersebut haruslah dalam format *raster*. Selain itu, data titik GPS dan hasil klasifikasi harus memiliki domain kelas yang sama. Kelas domain yang sama tersebut akan menjadi penghubung untuk melihat hasil uji akurasi. Hasil kombinasi tersebut dapat ditampilkan dalam bentuk peta (*raster*) dan tabel. Langkah-langkah dalam menghitung tingkat akurasi adalah sebagai berikut:

1. Operasi utama yang akan digunakan adalah **Cross**. Pilih Operation → Raster Operations → Cross pada jendela utama ILWIS



Gambar 10.1: Menghitung Tingkat Akurasi Menggunakan Cross

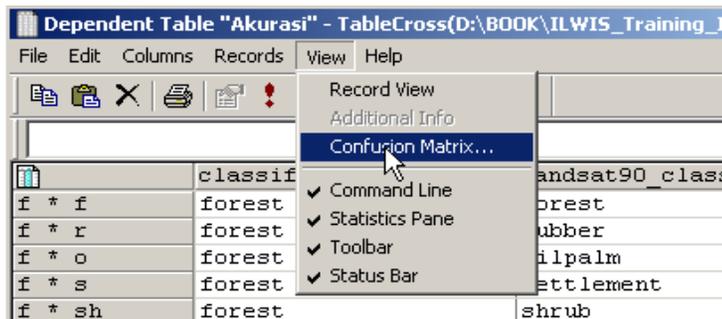
2. Hasil dalam bentuk tabel dapat dilihat pada gambar berikut

The image shows a 'Dependent Table' window titled 'Akurasi'. The table has five columns: 'classified_landsat90_b', 'Landsat90_class', 'NPix', and 'Area'. The data rows show the intersection of 'forest' and other classes, with their respective pixel counts and areas.

	classified_landsat90_b	Landsat90_class	NPix	Area
f * f	forest	forest	4773	4295700
f * r	forest	rubber	206	185400
f * o	forest	oilpalm	1	900
f * s	forest	settlement	3	2700
f * sh	forest	shrub	2	1800
f * rc	forest	ricefield	876	788400
w * f	water	forest	1	900

Gambar 10.2: Tabel Hasil Operasi Cross

- Langkah selanjutnya adalah menghitung **Confusion Matrix**. *Confusion matrix* atau matriks kesalahan memperlihatkan hasil perbandingan antara data lapangan dengan data hasil klasifikasi citra satelit. Untuk setiap kategori tutupan lahan, *Confusion matrix* menghitung berapa jumlah titik referensi lapangan yang terklasifikasi secara tepat dan juga jumlah yang terklasifikasi secara tidak tepat (*misclassified*). Pilih View → Confusion Matrix, masukkan nama kolom hasil pengecekan lapangan pada **First Column** dan nama kolom hasil klasifikasi pada **Second Column**, kemudian klik OK



Gambar 10.3: Operasi Confusion Matrix

- Matriks kesalahan akan ditampilkan pada jendela sebagaimana terlihat pada Gambar 10.4. Perhatikan panel sebelah atas, parameter **Overall Accuracy** menunjukkan angka **76.78%**. Hal ini menunjukkan bahwa 76.78% data hasil pengecekan lapangan terklasifikasi secara tepat oleh hasil klasifikasi citra satelit. Angka tersebut didapatkan dengan membagi jumlah sampel pada diagonal matriks dengan jumlah total sampel yang ada.

	forest	oilpalm	ricefield	rubber	settleme	shrub	water
forest	4773	1	876	206	3	2	0
oilpalm	0	905	0	3	1	36	0
ricefield	32	0	201	0	6	0	0
rubber	138	143	147	590	6	46	0

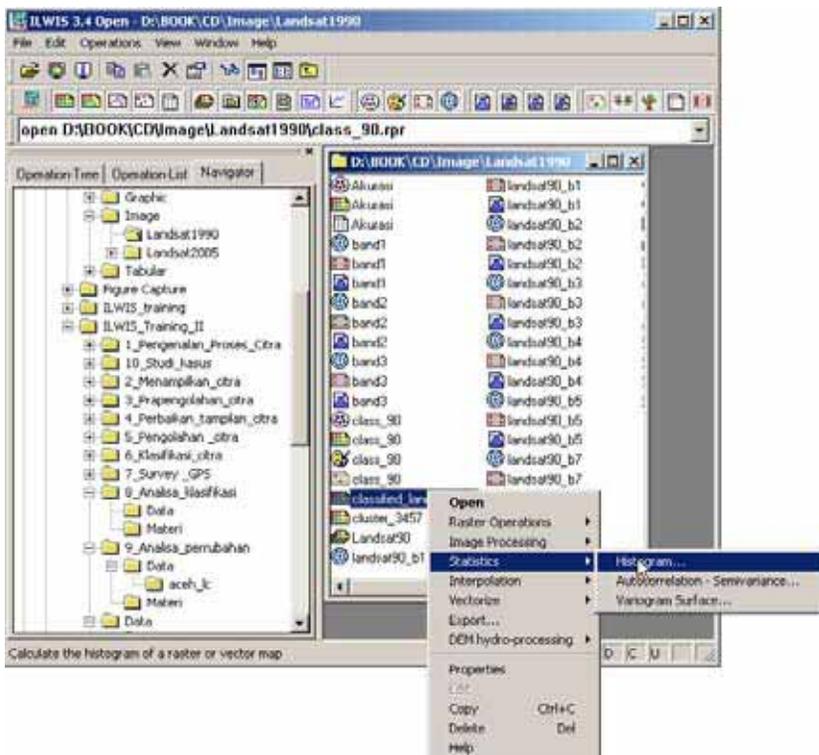
Gambar 10.4: Tampilan Confusion Matrix

10.2 Menghitung luas tutupan lahan

Salah satu bentuk analisa yang paling sederhana dalam proses pengolahan data pasca klasifikasi adalah penghitungan luasan masing-masing kelas tutupan lahan dari peta yang dihasilkan. Informasi ini sangat penting untuk memperoleh gambaran tentang distribusi dan proporsi tutupan lahan di suatu daerah. Luasan sebuah tipe tutupan lahan dihitung berdasarkan jumlah piksel yang terklasifikasi sebagai tutupan lahan tersebut dikalikan resolusi spasialnya.

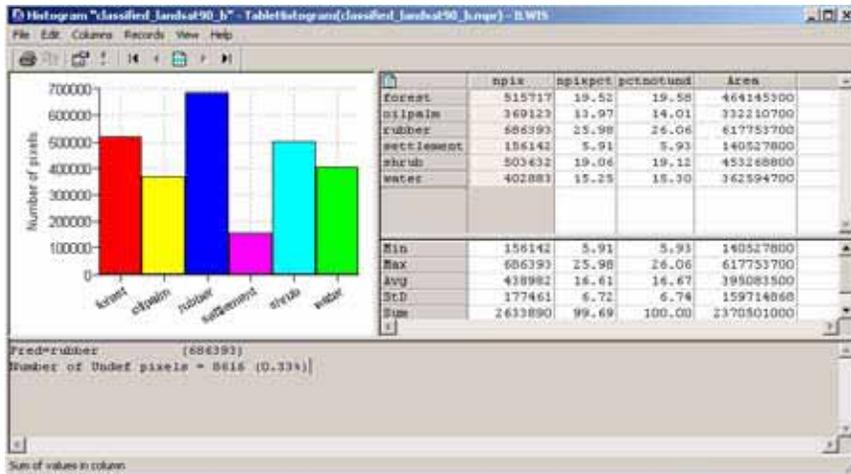
Langkah-langkah penghitungan luas kelas tutupan lahan adalah sebagai berikut:

1. Pilih salah satu data hasil klasifikasi yang telah dibuat, klik kanan, pilih Statistics → Histogram. Perintah ini akan menghasilkan tabel data yang memuat luasan kelas tutupan lahan dalam unit meter persegi.



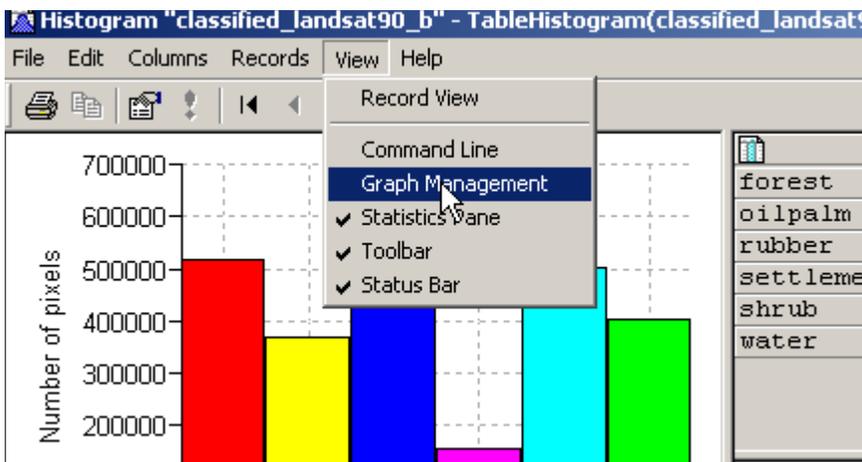
Gambar 10.5: Operasi Histogram

- Jendela **Histogram** sebagaimana terlihat pada gambar dibawah akan muncul. Pada bagian sebelah kiri terlihat histogram berupa grafik batang dari masing-masing tipe tutupan lahan. Sedangkan pada bagian sebelah kanan, terdapat tabel Area yang memuat informasi luasan tipe tutupan lahan. Pada contoh di Gambar 10.6, luas hutan adalah 464,145,300 meter persegi atau 46,415 hektar atau 19.58% dari total area.



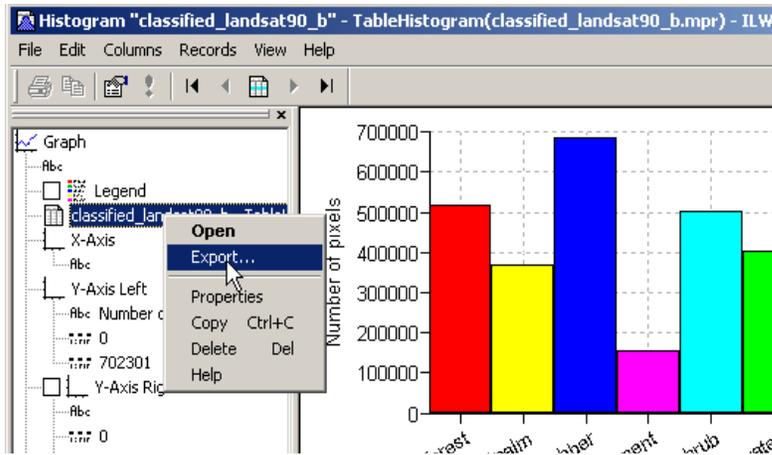
Gambar 10.6: Tampilan Jendela Histogram

- Klik Histogram → View → Graph Management. Kolom baru akan muncul di sebelah kiri **Histogram**. Klik kanan pada menu TableHistogram



Gambar 10.7: Operasi Graph Management

4. Klik Export. Perintah ini akan menghasilkan tabel luasan tutupan lahan permanen. Tabel ini dapat dibuka dengan program-program non GIS seperti Microsoft Excel untuk proses analisa atau pelaporan lebih lanjut.



Gambar 10.8: Instruksi Export Pada Tabel Histogram

10.3 Analisa Spasial Sederhana

Setelah semua proses pengolahan citra satelit dilakukan, maka terbuka kesempatan untuk melakukan berbagai macam analisa spasial, salah satunya adalah bagi perencanaan pengelolaan sumber daya alam. Adalah sangat tepat untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penting dalam pengelolaan sumber daya alam dengan menggunakan data spasial hasil olahan citra satelit, misalnya:

- Berapa luasan hutan di suatu daerah?
- Berapa banyak perkebunan karet di sebuah kabupaten ?
- Dimana saja terdapat lahan pertanian padi?
- Berapa jumlah pemukiman di suatu wilayah dan berapa luasnya?
- Berapa banyak lahan kritis di sebuah daerah?

Lebih jauh lagi, dengan menggunakan data citra satelit multiwaktu (*timeseries*) akan dapat dilakukan proses analisa **perubahan tutupan dan penggunaan lahan**. Analisa historis ini sangat menarik untuk menjawab permasalahan-permasalahan seperti:

- Berapa tingkat deforestasi dan degradasi di suatu daerah?
- Berapa besar tingkat ekspansi perkebunan kelapa sawit?
- Dimana saja terjadi perubahan penggunaan lahan? Dari apa menjadi apa?
- Berapa jumlah pemukiman baru antara tahun 1990-2002?

Dalam bagian ini akan dibahas contoh analisa spasial sederhana: mengidentifikasi deforestasi, menganalisa perubahan tutupan lahan, dan membuat matriks tutupan lahan, dengan menggunakan perangkat lunak ILWIS.

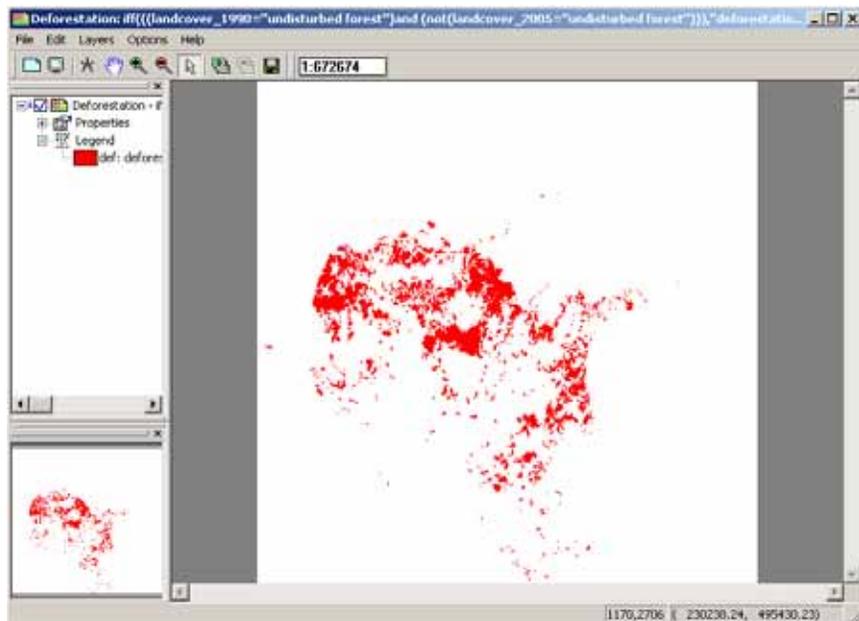
10.3.1 Mengidentifikasi dan Menghitung Deforestasi

ILWIS dapat digunakan untuk melakukan analisa spasial sederhana. Misalnya pada suatu kasus dipertanyakan **berapa luasan hutan yang terdeforestasi** selama tahun 1990-2002. Tersedia dua data peta tutupan lahan hasil pengolahan citra satelit, yaitu **landcover_1990** dan **landcover_2005**. Data ini merupakan data utama yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan diatas.

Deforestasi dapat dihitung dengan menggunakan *command line* pada ILWIS **Main Window**. Ketikkan command berikut pada command line:

```
Deforestation=iff(((landcover_1990="undisturbed forest")and (not(landcover_2005="undisturbed forest"))),"deforestation",?)
```

Perintah diatas akan mengidentifikasi area yang termasuk dalam kelas **undisturbed forest** pada file **landcover_1990** dan tidak lagi termasuk dalam kelas **undisturbed forest** di **landcover_2005**. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 10.9. Selain sebagai tampilan, hasil ini dapat disimpan sebagai bahan analisa lebih lanjut sebagaimana diuraikan pada bagian berikut.

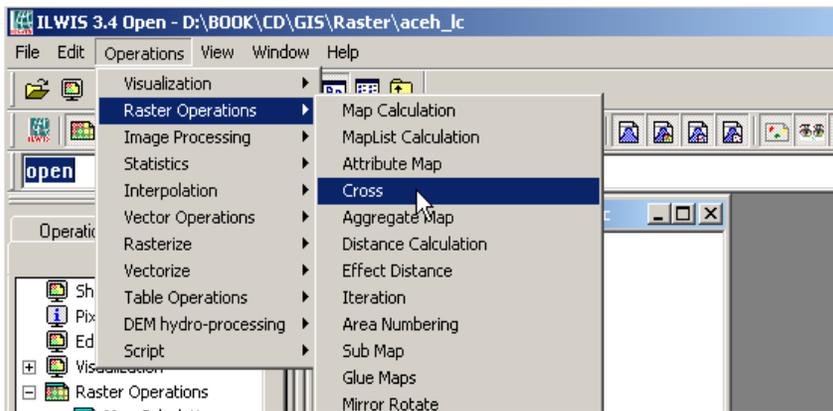


Gambar 10.9: Contoh Tampilan Peta Perhitungan Deforestasi

10.3.2 Menganalisa Perubahan Tutupan Lahan

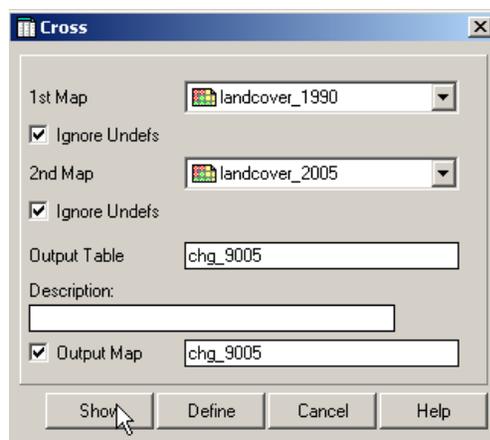
Selain deforestasi, perubahan penggunaan lahan lainnya juga dapat dideteksi menggunakan ILWIS. Dalam bagian ini akan dijelaskan cara pembuatan peta perubahan tutupan lahan dengan menggunakan data hasil pengolahan citra satelit, yaitu **landcover_1990** dan **landcover_2005** sebagaimana disebutkan sebelumnya. Langkah-langkah untuk membuat peta perubahan lahan adalah sebagai berikut:

1. Pada jendela utama ILWIS klik Operations → Raster operations → Cross.



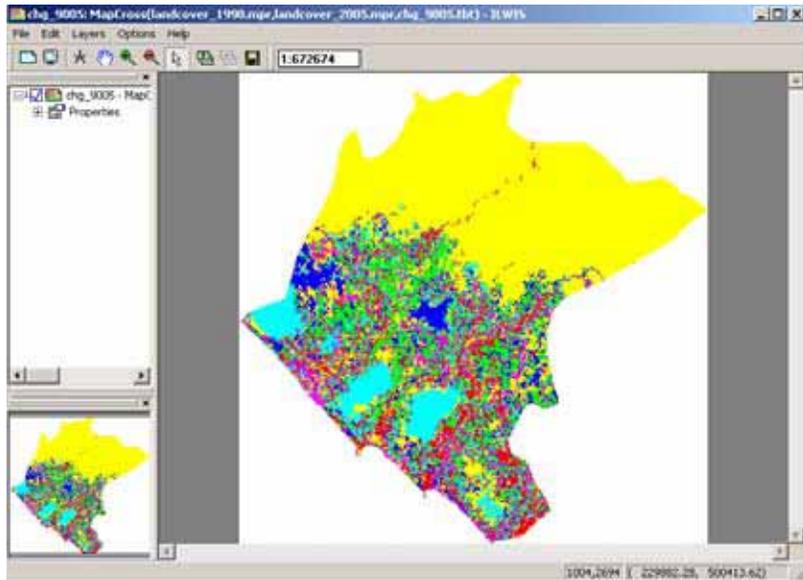
Gambar 10.10: Operasi Cross Untuk Menghitung Landcover Change

2. Jendela **Cross** akan muncul. Pilih **landcover_1990** sebagai **1st Map** dan **landcover_2005** sebagai **2nd Map**. Beri nama pada kolom **Output Table**, kemudian klik **Show**.



Gambar 10.11: Proses Lanjutan Menggunakan Cross

- Jendela tabel seperti yang diperlihatkan pada gambar berikut akan muncul. Pada tabel tersebut diperlihatkan semua jenis perubahan lahan yang terjadi dari dua data tutupan lahan tahun 1990 dan tahun 2005 beserta area/luas perubahannya.



Gambar 10.12: Tampilan Peta Hasil Cross

	landcover_1990	landcover_2005	NP1w
Agriculture * Agriculture	Agriculture	Agriculture	10615
Agriculture * Cleared land	Agriculture	Cleared land	7857
Agriculture * Cloud	Agriculture	Cloud	832
Agriculture * Coconut	Agriculture	Coconut	2063
Agriculture * Grass	Agriculture	Grass	2772
Agriculture * Log over forest	Agriculture	Log over forest	288
Agriculture * Log over swamp forest	Agriculture	Log over swamp	25
Agriculture * Mangrove	Agriculture	Mangrove	27
Agriculture * Mixed garden	Agriculture	Mixed garden	2785
Agriculture * No data	Agriculture	No data	62
Agriculture * Oilpalm	Agriculture	Oilpalm	3041
Agriculture * Ricefield	Agriculture	Ricefield	12559
Agriculture * Rubber	Agriculture	Rubber	10170
Agriculture * Rubber agroforest	Agriculture	Rubber agrofore	1262
Agriculture * Rubber on peat	Agriculture	Rubber on peat	83
Agriculture * Settlement	Agriculture	Settlement	13388

Gambar 10.13: Tampilan Tabel Hasil Cross



INDEX

A

akurasi 9
almanak 13
attribute errors 10

B

band 24
bujur 6

C

Catalog 58
citra 20
class domain 41
conceptual errors 10
control segment 12
cross-hair 45

D

Data atribut 3
Data geografis 3
Data spasial 3
digital number 21
digitasi 44
Digitasi 44
digitizer 44
distorsi 6
DN 69
domain 41

E

editing 50
ephemeris 13
error 10
error propagation 10

F

false colour composite 74

G

georeference 6
GeoReference 58
GPS 3
grayscale 67

H

hiperspektral 24

I

identifier domain 41
ILWIS 38
image domain 41
importing 54
Importing 44
imprecision 10
inaccuracy 10

K

kanal 24
Kartografi 59
katulistiwa 7
komposit 71
konstelasi 11

L

Layout 61
legenda 62
lintang 6

M

Metadata 8
multispektral 24
multitemporal 24

N

NAVSTAR 11

O

on screen digitizing 44
on screen digitizing 44
on tablet digitizing 44

P

pankromatik 24
peta analog 44
piksel 21
Pixel 70
planar 7
platform 18
point 4
poliginisasi 52
Poligon 4
poligonize 49
positioning errors 10
precision 10
proyeksi 6

R

RADAR 19
raster 4
rasterization 57
remote sensing 17
resolusi 6
resolusi radiometrik 24
resolusi spasial 22
resolusi temporal 24

S

Scanning 44
Segmen Map 48
segment 4
sensor aktif 19
sensor pasif 19
SIG 2
Sistem 2
sistem koordinat geografis 7
skala 61
Skala 5

T

tracing 45

true color composite 74

U

UHF 12

user segment 12

UTM 7

V

value domain 41

vektor 4

