
V. TOPOLOGI

A. Topologi data

Topologi adalah pendefinisian secara matematis yang menerangkan hubungan relative antara obyek yang satu dan yang lain. Dalam GIS topologi didefinisikan oleh user sesuai dengan karakteristik data, missal polyline, polygon maupun point. Setiap karakteristik data mempunyai aturan tertentu secara default telah disediakan oleh software GIS.

Aturan Topology (Rule of Topology) untuk menghasilkan data yang benar sesuai dengan konsep GIS, ArcGIS menyediakan fasilitas filtering untuk melakukan checking (query) kesalahan secara otomatis dan melakukan editing (validasi) spasial dan attribute. Dapat dibayangkan berapa lama waktu yang dibutuhkan jika kita melakukan checking kesalahan secara manual. Editing topology bisa dilakukan secara serentak atau satu persatu sesuai dengan jenis rule yang kita terapkan dan sesuai dengan jenis koreksi yang dilakukan.

Untuk membuat topology, format data yang digunakan bukanlah data shapefile melainkan data dalam format geodatabase, jadi untuk memprosesnya Anda mesti meng-konversi data shapefile ke format geodatabase.

Topologi merupakan model data vektor yang menunjukkan hubungan spasial diantara obyek spasial. Salah satu contoh analisis spasial yang dapat dilakukan dalam format topologi adalah proses tumpang tindih (overlay) dan analisis jaringan (network analysis) dalam SIG.

Topologi diartikan sebagai daftar hubungan eksplisit di antara feature geografi yang meliputi : konektiviti, kontiguiti dan definisi area. Konektiviti adalah Identifikasi topologi dari kumpulan arc yang dihubungkan pada setiap node. Konektiviti di dalam jaringan linier ditentukan oleh pencatatan nomor from-node dan nomor to-node untuk setiap arc. Dengan demikian, arc yang berhubungan akan menggunakan node bersama (common node). Kontiguiti adalah identifikasi topologi dari poligon yang bersebelahan dengan pencatatan poligon kiri dan poligon kanan dari setiap arc. Dan definisi area adalah daftar arc yang pada akhirnya akan menentukan polygon.

a. Model data topologi

Model topologi banyak digunakan untuk encoding relasi spasial pada SIG. topologi merupakan metode matematis untuk mendefinisikan reasi spasial antar fitur geografis. Bentuk dasar model ini yaitu :

1. Arc yang berupa susunan titik (point) yang berawal dan berakhir dengan adanya node.
2. Node merupakan titik pertemuan antar dua arc atau lebih dan node juga terdapat pada ujung arc.
3. Polygon terdiri dari rantai tertutup arc yang merepresentasikan batas area.

Topologi disimpan pada tiga data table untuk arc,node,dan polygon, sedangkan data koordinat disimpan pada table tersendiri. Titik dan polygon disimpan pada layer yang sama, sedangkan garis disimpan pada layer yang berbeda, dimana set topologi dan table koordinat saling terkait dengan setiap layer data.

b. Representasi Obyek

1. Titik (*point*) adalah representasi grafis yang paling sederhana untuk suatu obyek. Representasi ini tidak memiliki dimensi tetapi dapat diidentifikasi di atas peta dan dapat ditampilkan pada layar monitor dengan menggunakan simbol-simbol. Contoh : Lokasi Fasilitas Kesehatan, Lokasi Fasilitas Pendidikan
2. Garis (*line*) adalah bentuk linier yang akan menghubungkan paling sedikit dua titik dan digunakan untuk mempresentasikan obyek-obyek dua dimensi. Garis disusun oleh titik-titik yang disebut vertex. Titik awal dan akhir suatu garis disebut node-awal dan node-akhir. Dengan menghubungkan setiap titik yang ada di suatu garis, PC ARC/INFO mengetahui garis mana yang berhubungan dengan garis yang lain secara berurutan. Hubungan konektivitas tersebut disajikan menggunakan topology arc-node, yang menyimpan informasi mengenai hal-hal berikut: Semua arc mempunyai arah, yaitu dari node-awal (from-node) ke node-akhir (to-node). Setiap garis dibentuk oleh titik-titik koordinat (x,y) Hubungan antara sebuah arc

dengan arc lainnya hanya bisa diformulasikan melalui sebuah node. Obyek atau entitas yang dapat direpresentasikan dengan garis antara lain jalan, sungai, jaringan listrik, saluran air.

3. Poligon (*polygon*) digunakan untuk merepresentasikan obyek-obyek dua dimensi, misalkan: Pulau, wilayah administrasi, batas persil tanah adalah entitas yang ada pada umumnya direpresentasikan sebagai poligon. Satu poligon paling sedikit dibatasi oleh tiga garis di antara tiga titik yang saling bertemu membentuk bidang.

Secara umum polygon direpresentasikan sebagai sekumpulan koordinat x,y yang saling berhubungan hingga membentuk suatu luasan. Selain daftar koordinat x,y, PC ARC/INFO juga menyimpan informasi mengenai garis-garis mana yang membentuk polygon. Implementasi konsep ini pada ARC/INFO sebagai berikut

- a. Arc disimpan sebagai rangkaian koordinat x,y secara berurutan yang menentukan garis (misalnya, x1y1, x2y2, x3y3, dst.). Urutan koordinat tersebut menentukan arah arc.
- b. Semua arc pada coverage diberi nomor internal.
- c. Polygon didefinisikan oleh sejumlah arc dan daftar arc yang menyusun batasnya.

Misalnya pembuatan polygon dengan empat buah arc, contoh polygon yang membentuk 'island'. Arah arc ditentukan dengan tanda arc yang terdapat pada daftar. Tanda '-' berarti bahwa arc tersebut harus diputar untuk membuat simpul (loop) polygon tertutup. Poligon mempunyai sifat spasial luas, keliling terisolasi atau terkoneksi dengan yang lain, bertakuk(*intended*), dan overlapping.

B. Integrasi data nonspasial dengan data geospasial

1. Penyiapan data nonspasial dan spasial

Pengelolaan, pemrosesan dan analisa data spasial biasanya bergantung dengan model datanya. Pengelolaan, pemrosesan dan analisa data spasial

memanfaatkan pemodelan SIG yang berdasar pada kebutuhan dan analitiknya. Analitik yang berlaku pada pemrosesan data spasial seperti overlay, clip, intersect, buffer, query, union, merge yang mana dapat dipilih ataupun dikombinasikan. Pemrosesan data spasial seperti dapat dilakukan dengan teknik yang disebut dengan geoprocessing (ESRI, 2002), pemrosesan tersebut antara lain :

- a. overlay adalah merupakan perpaduan dua layer data spasial,
- b. clip adalah perpotongan suatu area berdasar area lain sebagai referensi,
- c. intersection adalah perpotongan dua area yang memiliki kesamaan karakteristik dan kriteria,
- d. buffer adalah menambahkan area di sekitar obyek spasial tertentu,
- e. query adalah seleksi data berdasar pada kriteria tertentu,
- f. union adalah penggabungan / kombinasi dua area spasial beserta atributnya yang berbeda menjadi satu,
- g. merge adalah penggabungan dua data berbeda terhadap feature spasial,
- h. dissolve adalah menggabungkan beberapa nilai berbeda berdasar pada atribut tertentu.

Pengelolaan, pemrosesan dan analisa data spasial biasanya bergantung dengan model datanya. Pengelolaan, pemrosesan dan analisa data spasial memanfaatkan pemodelan SIG yang berdasar pada kebutuhan dan analitiknya. Analitik yang berlaku pada pemrosesan data spasial seperti overlay, clip, intersect, buffer, query, union, dan merge.

2. Penyiapan hardware, software, data source dan tujuan

A. Hardware

GIS membutuhkan komputer untuk penyimpanan dan pemrosesan data. Ukuran dari sistem komputerisasi bergantung pada tipe GIS itu sendiri. GIS dengan skala yang kecil hanya membutuhkan PC (*personal computer*) yang kecil dan sebaliknya.

Ketika GIS yang di buat berskala besar di perlukan spesifikasi komputer yang besar pula serta *host* untuk *client machine* yang mendukung

penggunaan *multiple user*. Hal tersebut disebabkan data yang digunakan dalam GIS baik data vektor maupun data raster penyimpanannya membutuhkan ruang yang besar dan dalam proses analisisnya membutuhkan memori yang besar dan prosesor yang cepat. Untuk mengubah peta ke dalam bentuk digital diperlukan hardware yang disebut digitiz

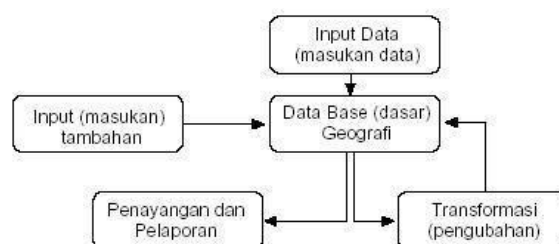
- Alat masukan data (digitizer, scanner, keyboard omputer, CD reader, diskette reader)
- Alat penyimpan dan pengolah data (komputer dengan hard disk-nya, tapes or cartridge unit, CD writer)
- Alat penampil dan penyaji keluaran/informasi (monitor komputer, printer, plotter)

B. Software

Dalam pembuatan GIS di perlukan software yang menyediakan fungsi tool yang mampu melakukan penyimpanan data, analisis dan menampilkan informasi geografis.

Dengan demikian, elemen yang harus terdapat dalam komponen software GIS adalah:

- Tool untuk melakukan input dan transformasi data geografis
- Sistem Manajemen Basis Data (DBMS)
- Tool yang mendukung query geografis, analisa dan visualisasi
- *Graphical User Interface (GUI)* untuk memudahkan akses pada tool geografi.



Inti dari software GIS adalah software GIS itu sendiri yang mampu menyediakan fungsi-fungsi untuk penyimpanan, pengaturan, link, query dan analisa data geografi. Beberapa contoh software GIS adalah ArcView, MapInfo, ArcInfo untuk SIG; CAD system untuk entry graphic data; dan ERDAS serta ER-MAP untuk proses remote sensing data. Modul dasar perangkat lunak SIG: modul pemasukan dan pembetulan data, modul penyimpanan dan pengorganisasian data, modul pemrosesan dan penyajian data, modul transformasi data, modul interaksi dengan pengguna (input query)

C. Data

- SIG merupakan perangkat pengelolaan basis data (DBMS = Data Base Management System) dimana interaksi dengan pemakai dilakukan dengan suatu sistem antar muka dan sistem query dan basis data dibangun untuk aplikasi multiuser.
- SIG merupakan perangkat analisis keruangan (spatial analysis) dengan kelebihan dapat mengelola data spasial dan data non-spasial sekaligus.
- Syarat pengorganisasian data:

Volum kecil dengan klasifikasi data yang baik; Penyajian yang akurat; Mudah dan cepat dalam pencarian kembali (data retrieval) dan penggabungan (proses komposit)

- Type Data

Data lokasi:

- Koordinat lokasi
- Nama lokasi
- Lokasi topologi (letak relatif: sebelah kiri danau A, sebelah kanan pertokoan B)

Data non-lokasi:

- Curah hujan
- Terdiri dari variabel (tanah), kelas (alluvial), nilai luas (10 ha), jenis (pasir)
- Data dimensi waktu (temporal):

- Data non-lokasi di lokasi bersangkutan dapat berubah dengan waktu (misal: data curah hujan bulan Desember akan berbeda dengan bulan Juli)
- Sumber data SIG: data lapangan, data statistik, peta, penginderaan jauh
- Penyiapan data: data dikumpulkan, dikonversi, diklasifikasi, disunting dan ditransformasi dalam basis data
- Pembentukan format data keruangan (spasial): digitisasi peta (diatas peta / di-screenmonitor), interpretasi citra digital dan konversi raster ke vektor secara otomatis penuh atau sebelumnya di-scan dulu, import dari sumber lain
- Bentuk data masukan SIG: spasial/non-spasial, vektor/raster, tabular alfanumerik
- Basis data SIG: posisi dan hubungan topology, data spasial dan non-spasial, gambaran obyek dan fenomena geografis (dataran rendah tinggi, kondisi lingkungan, kota, sungai), obyek dikaitkan dengan koordinat bumi
- Lapis data pada basis data SIG: lapis data dibuat sesuai dengan temanya: penggunaan lahan, jenis tanah, topografi, populasi penduduk, ada data primer (topografi, perairan/laut/sungai, pencacahan penduduk, hujan, suhu, kelembaban) dan sekunder (sudah diproses sebagai informasi)
- Penyajian informasi (keluaran): peta, grafik, tabel, laporan

D.Lima Cara Perolehan Data/Informasi Geografi

- **Survei lapangan:** pengukuran fisik (land marks), pengambilan sampel (polusi air), pengumpulan data non-fisik (data sosial, politik, ekonomi dan budaya).
- **Sensus:** dengan pendekatan kuesioner, wawancara dan pengamatan; pengumpulan data secara nasional dan periodik (sensus jumlah penduduk, sensus kepemilikan tanah).
- **Statistik:** merupakan metode pengumpulan data periodik/per-interval-waktu pada stasiun pengamatan dan analisis data geografi tersebut, contoh: data curah hujan.
- **Tracking:** merupakan cara pengumpulan data dalam periode tertentu untuk tujuan pemantauan atau pengamatan perubahan, contoh: kebakaran hutan, gunung meletus, debit air sungai.

- **Penginderaan jarak jauh (inderaja):** merupakan ilmu dan seni untuk mendapatkan informasi suatu obyek, wilayah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dari sensor pengamat tanpa harus kontak langsung dengan obyek, wilayah atau fenomena yang diamati (Lillesand & Kiefer, 1994).

3. Tahap Implementasi (proses integrasi)

Tahapan kerja SIG meliputi tiga hal utama, yaitu masukan (input), proses, dan keluaran (output).

a. Data Masukan (Input Data)

Tahapan kerja SIG yang pertama adalah data masukan, yaitu suatu tahapan pada SIG yang dapat digunakan untuk memasukkan dan mengubah data asli ke dalam bentuk yang dapat diterima oleh komputer. Data-data yang masuk tersebut membentuk database (data dasar) di dalam komputer yang dapat disimpan dan dipanggil kembali untuk dipergunakan atau untuk pengolahan selanjutnya. Tahapan kerja masukan data meliputi pengumpulan data dari berbagai sumber data dan proses pemasukan data.

i. Sumber Data

Data dasar yang dimasukkan dalam SIG diperoleh dari empat sumber, yaitu data lapangan (teristris), data peta, data penginderaan jauh, dan data statistik.

1) Data penginderaan jauh (remote sensing) adalah data dalam bentuk citra dan foto udara atau nonfoto.

Citra adalah gambar permukaan bumi yang diambil melalui satelit. Foto udara adalah gambar permukaan bumi yang diambil melalui pesawat udara. Informasi yang terekam pada citra penginderaan jauh yang berupa foto udara atau diinterpretasi (ditafsirkan) terlebih dahulu sebelum diubah ke dalam bentuk digital. Adapun citra yang diperoleh dari satelit yang sudah dalam bentuk digital langsung digunakan setelah diadakan koreksi seperlunya.

2) Data lapangan (teristris), yaitu data yang diperoleh secara langsung melalui hasil pengamatan di lapangan karena data ini tidak terekam dengan alat penginderaan jauh. Misalnya, batas administrasi, kepadatan penduduk, curah hujan, pH tanah, kemiringan lereng, suhu udara, kecepatan angin, dan gejala gunungapi.

3) Data peta (map), yaitu data yang telah terekam pada kertas atau film. Misalnya, peta geologi atau peta jenis tanah yang akan digunakan sebagai masukan dalam SIG, kemudian dikonversikan (diubah) ke dalam bentuk digital.

4) Data statistik (statistic), yaitu data hasil catatan statistik dalam bentuk tabel, laporan, survei lapangan, dan sensus penduduk. Data statistik diperoleh dari lembaga swasta atau instansi resmi pemerintah, seperti Biro Pusat Statistik (BPS). Data statistik merupakan data sekunder, yaitu data yang telah mengalami pengolahan lebih lanjut.

ii. Proses Pemasukan Data

Proses pemasukan data ke dalam SIG diawali dengan mengumpulkan dan menyiapkan data spasial maupun data atribut dari berbagai sumber data, baik yang bersumber dari data lapangan, peta, penginderaan jauh, maupun data statistik.

Bentuk data yang akan dimasukkan dapat berupa tabel, peta, catatan statistik, laporan, citra satelit, foto udara, dan hasil survei atau pengukuran lapangan. Data tersebut diubah terlebih dahulu menjadi format data digital sehingga dapat diterima sebagai masukan data yang akan disimpan ke dalam SIG. Data yang masuk ke dalam SIG dinamakan database (data dasar atau basis data).

Dari digitasi peta dihasilkan layer peta tematik. Layer peta tematik adalah peta yang digambar pada sesuatu yang bersifat tembus pandang, seperti plastik transparan.

Berbagai fenomena di permukaan bumi dapat dipetakan ke dalam beberapa layer peta tematik, dengan setiap layer-nya merupakan representasi kumpulan benda (feature) yang memiliki kesamaan. Misalnya, layer jalan, kemiringan lereng, daerah aliran sungai, tata guna lahan, dan jenis tanah. Layer-layer ini kemudian disatukan dan disesuaikan urutan maupun skalanya. Kemampuan ini memungkinkan seseorang untuk mencari di mana letak suatu daerah, objek, atau hal lainnya di permukaan bumi. Fungsi ini dapat digunakan, seperti untuk mencari lokasi rumah, mencari rute jalan, dan mencari tempat-tempat penting yang ada di peta. Pengguna SIG dapat pula melihat pola-pola yang mungkin akan muncul dengan melihat penyebaran letak feature, seperti sekolah, sungai, jembatan, dan daerah pertambangan.

Teknik pemasukan data ke dalam SIG dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut.

1) Digitasi data-data spasial, seperti peta dengan menggunakan digitizer.

- 2) Scanning data-data spasial dan atribut dengan menggunakan scanner.
- 3) Modifikasi data terutama data atribut.
- 4) Mentransfer data-data digital, seperti citra satelit secara langsung.

b. Manipulasi dan Analisis Data

Tahapan manipulasi dan analisis data adalah tahapan dalam SIG yang berfungsi menyimpan, menimbun, menarik kembali, memanipulasi, dan menganalisis data yang telah tersimpan dalam komputer. Beberapa macam analisis data, antara lain sebagai berikut.

- Analisis lebar, yaitu analisis yang dapat menghasilkan gambaran daerah tepian sungai dengan lebar tertentu. Kegunaannya antara lain untuk perencanaan pembangunan jembatan dan bendungan, seperti bendungan Jatiluhur, Saguling, dan Cirata yang mem bendung Citarum.
- Analisis penjumlahan aritmatika, yaitu analisis yang dapat menghasilkan peta dengan klasifikasi baru. Kegunaannya antara lain untuk perencanaan wilayah, seperti wilayah permukiman, industri, konservasi, dan pertanian.
- Analisis garis dan bidang, yaitu analisis yang digunakan untuk menentukan wilayah dalam radius tertentu. Kegunaannya antara lain untuk menentukan daerah rawan bencana, seperti daerah rawan banjir, daerah rawan gempa, dan daerah rawan gunungapi.

c. Keluaran Data

Tahapan keluaran data, yaitu tahapan dalam SIG yang berfungsi menyajikan atau menampilkan hasil akhir dari proses SIG dalam bentuk peta, grafik, tabel, laporan, dan bentuk informasi digital lainnya yang diperlu kan untuk perencanaan, analisis, dan penentuan kebijakan terhadap suatu objek geografis. Misalnya, untuk mendukung pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan penggunaan lahan (land use), sumber daya alam, lingkungan, transportasi, fasilitas kota, dan pelayanan umum lainnya. Kemampuan inilah yang membedakan SIG dengan sistem informasi lainnya yang membuatnya menjadi berguna untuk berbagai kalangan dalam menjelaskan kejadian, merencanakan strategi, dan memprediksi apa yang akan terjadi.