

Konsep Dasar

Sistem Informasi Geografis (SIG)

2.1. Landasan Teori Sistem Informasi Geografis¹

2.2. Aspek "Informasi" Dalam Sistem Informasi Geografis

Penyajian informasi keruangan dalam bentuk peta tidak lagi eksklusif kebutuhan orang-orang yang berkecimpung dalam ilmu-ilmu keruangan (geografi, geologi, lanskap, dll). Dapat dimengerti apabila gejala ini timbul kepermukaan, mengingat yang dibutuhkan ternyata tidak cukup dengan hanya mengandalkan informasi dalam bentuk tabel dan angka-angka tetapi juga dalam bentuk peta. Sebagai salah satu bukti, informasi keruangan dalam bentuk Peta Jakarta buatan Gunther W.Holtorf selalu laku keras di pasaran setiap kali terbit edisi terbarunya.

Kebutuhan akan informasi keruangan yang cepat, tepat, akurat, mudah dan murah makin mengusik para ahli sistem informasi sampai terbentuknya suatu sistem informasi keruangan berkomputer yang dinamakan **Sistem Informasi Geografis (SIG)**. Pada akhirnya SIG dan sistem informasi lainnya menjadi semacam sisi-sisi dalam satu keping mata uang informasi. SIG menghasilkan informasi dalam bentuk peta dengan segala atributnya berupa data tabular dan citra.

Memang benar untuk menghasilkan peta digital dapat digunakan sistem pengolah gambar semacam CAD dan data tabular bisa dihasilkan dengan *spreadsheet*, *dbase*, dll, kemudian untuk mengolah analisis statistik telah banyak program statistik di pasaran. Akan tetapi itu bukanlah SIG yang dimaksud dalam tulisan ini. Environmental Systems Research Institute (ESRI) sebagai sebuah institut yang banyak mencurahkan perhatian terhadap sistem ini menyebutkan bahwa : "*.....a GIS (Geographical Information System) is only a GIS if it permits spatial operations on the data.*" Pengelolaan data tabular sebagai atribut peta dalam SIG akan mampu mengelola dua jenis data (tabular dan keruangan) secara bersamaan.

Dalam pengelolaan SIG yang perlu mendapat perhatian tidak hanya sekedar aspek peta digital meskipun ini hal yang utama. Hal lain yang tidak kalah penting adalah aspek pengelolaan database yang dikandungnya yang merupakan atribut peta. SIG merupakan suatu sistem yang unik sehingga perlu berbagai macam pengetahuan untuk mengelolanya. Secara sederhana saja, akan lebih bagus jika pengelola SIG sekurang-kurangnya berbekal pengetahuan mengenai geografi (ilmu bumi), kartografi (ilmu desain perpetaan), geodesi (ilmu tentang ukuran-ukuran permukaan bumi), selanjutnya mengerti sistem operasional database, dan tentu saja yang "akrab" dengan komputer atau bisa saja dalam bentuk

¹ DR. F. Sri Hardiyanti Purwadhi, APU

- Ahli Peneliti Utama pada Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)
- Dosen Luar Biasa Jurusan Geografi FMIPA- Universitas Indonesia
- Staf Ahli pada Buana Katulistiwa

sebuah tim dengan berbagai latar belakang seperti disebut diatas untuk suatu hal yang padat karya.

Walau bagaimanapun tidak banyak para pengelola SIG yang menyadari pentingnya syarat-syarat minimal diatas untuk mengembangkan SIG yang benar-benar SIG. Kesan dari identiknya lembaran peta dalam kata geografis bagi pengelola SIG yang hanya berbekal ketrampilan menangani komputer saja menjadikan sistem ini dijadikan sebagai alat bantu yang canggih untuk menyalin peta dikertas menjadi peta digital saja. Peta digital ini pada suatu saat bisa jadi tanpa perubahan apapun dan ditampilkan apa adanya sebagai informasi keruangan produk SIG. Tidak mengherankan apabila para ahli geografi dan ilmu keruangan lain menyebut hal ini seperti baru merupakan SIG pada tahap mengoleksi data digital tetapi informasinya masih belum bunyi.

SIG sebagaimana sistem-sistem lain mempunyai tiga sub sistem, yaitu sub sistem masukan (input), proses, dan hasil. Ketersediaan data berupa data keruangan digital dengan segala atributnya berupa data tabular merupakan syarat terbentuknya sub sistem input, kemudian data tersebut diolah sesuai dengan tujuan dalam sub sistem proses yang pada akhirnya menghasilkan apa yang diharapkan dalam sub sistem output (hasil) berupa informasi.

Nampaknya pengelola SIG berkomputer di lembaga manapun di Tanah Air sekarang ini perlu lebih banyak belajar dari pengalaman lembaga yang telah lama menggeluti aspek keruangan seperti Badan Pertanahan Nasional. Salah satu contoh terbaik pada masa masih dibawah naungan Depdagri, Direktorat Tata Guna Tanah, Ditjen Agraria meski dengan cara manual menggunakan peta-peta dasar diatas kertas transparan yang ditumpang tindihkan telah mampu menghasilkan informasi keruangan dalam bentuk peta Wilayah Tanah Usaha (WTU) untuk sebagian besar wilayah Nusantara dalam sekala yang detil (1 : 25.000). Informasi yang mengagumkan dari peta ini sangat bermanfaat bagi perencanaan penggunaan tanah atau penataan ruang mulai dari tingkat Kabupaten sampai Nasional. Model seperti inilah "paling tidak" yang diharapkan dari SIG yang tentu saja akan lebih teliti, akurat, mudah dan cepat apabila dikerjakan dengan menggunakan komputer.

Penyalinan peta di lembaran kertas menjadi digital akan lebih bermanfaat bagi sistem ini apabila dilakukan dengan sistematis, paling tidak untuk peta-peta dasar (topografi) dalam beberapa layer oleh suatu institusi yang berwenang, terpercaya dan berpengalaman dalam bidang perpetaan. Kemudian peta-peta digital tersebut disebarluaskan dalam media CD atau disket sebagaimana yang telah dilakukan pada peta-peta topografi atau peta-peta lainnya dalam bentuk cetakan dikertas. Sistem analisis yang punya latar belakang ilmu-ilmu spasial (ruang) atau yang dapat bekerja sama dengan para ahli keruangan, selanjutnya tinggal melakukan analisis untuk menghasilkan informasi keruangan yang lebih baik tanpa membuang-buang waktu. Para ahli yang membuat peta WTU di Direktorat Tata Guna Tanah dulu, tidak direpotkan dengan pembuatan peta topografi sebagai peta dasar karena telah tersedia.

Perlu juga diperhatikan bahwa peta dasar digital hendaknya disediakan dari sumber peta yang mempunyai sekala sedetail mungkin. Tanpa mengecilkkan arti peta sumber bersekala kecil (lebih kecil atau sama dengan 1 : 250.000), kenyataannya peta-peta seperti ini penggunaannya sangat terbatas. Bahkan produk-produk luar negeri dari peta-peta bersekala 1 : 1.000.000 yang mencakup seluruh dunia (ESRI, WCMC, dll) yang banyak beredar di pasaran dalam media CDROM nampaknya lebih banyak di gunakan sebagai indeks saja.

Ketersediaan peta dasar digital dalam sekala detil yang berkualitas bagus akan sangat membantu perkembangan SIG sebagai alat penghasil informasi keruangan yang cepat dan handal. Pembuatan peta dasar oleh masing-masing pengelola SIG di masing-masing instansi pengguna merupakan salah satu penghambat sistem ini untuk berkembang. Dapat

dibayangkan, untuk menyiapkan data pada sub sistem input yang siap untuk analisis hampir menyita separuh waktu pekerjaan dari keseluruhan kerja sistem. Tidak mengherankan jika aspek informasi yang diharapkan cepat, akurat, *up to date*, dan murah dalam SIG selalu di pertanyakan.

2.2.2 Definisi SIG

Sistem Informasi Geografis (Geographic Information System) adalah sebuah sistem yang mampu membangun, memanipulasi, dan menampilkan informasi yang memiliki referensi geografis (*georeferences*).

SIG dapat menyerap dan mengolah data dari bermacam sumber yang memiliki skala dan struktur yang berbeda. Selain itu SIG juga dapat melakukan operasi data-data keruangan yang bersifat kompleks.

Definisi SIG di atas mencakup beberapa komponen, yaitu :

- ☞ Perangkat keras komputer
- ☞ Perangkat lunak komputer
- ☞ Data-data geografis
- ☞ Sumberdaya manusia



Gambaran SIG sebagai sebuah sistem meliputi :

- ☞ Input : mengumpulkan dan menyimpan data
- ☞ Proses : manipulasi, meng-update dan menganalisa
- ☞ Output : menampilkan atau menyajikan data hasil pemrosesan

2.2.3. Komponen-komponen SIG

Seperti di perlihatkan pada gambar di atas, komponen-komponen SIG memiliki saling keterkaitan satu dengan lainnya. Untuk lebih jelasnya berikut adalah penjelasan dari komponen tersebut.

1) Perangkat Keras Komputer

Terdiri dari beberapa komponen.

?? Central Processing Unit (CPU)

CPU menjalankan program komputer dan mengendalikan operasi seluruh komponen. Biasanya digunakan CPU untuk komputer pribadi (*PC/personal computer*), atau *work station* pada sebuah jaringan komputer.

?? **Memory**

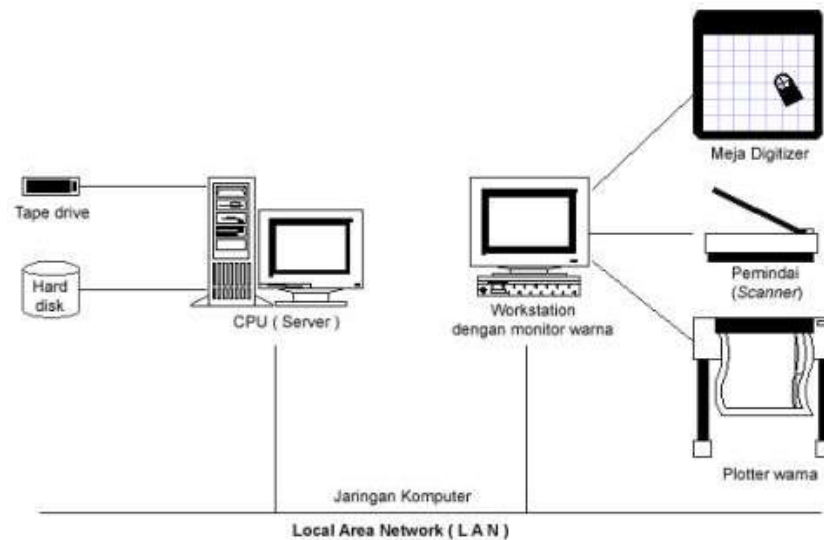
Memory Utama adalah bagian paling esensi pada komputer seluruh data dan program berada pada memori utama untuk akses yang lebih cepat. Dibutuhkan setidaknya memori berkapasitas 64 MB untuk SIG berbasis PC.

Memory Tambahan digunakan data berukuran besar baik permanen maupun semipermanen, dengan akses lebih rendah dibanding memori utama. Dikenal juga sebagai media penyimpanan data, seperti harddisk, disket (floppy disk), pita magnetis atau cakram padat optis (CD-ROM). Untuk harddisk dibutuhkan setidaknya yang berkapasitas 1 GB.

?? **Alat Tambahan (Peripherals)**

Alat Masukan (Input Devices) : key board, mouse, digitizers, pemindai (*scanner*), kamera digital, workstation fotogrametris digital.

Alat Keluaran (Output devices) : monitor berwarna, printer, plotter berwarna, perekam film, dll.



2) **Perangkat Lunak Komputer**

Terdiri atas sistem operasi, *compiler* dan program aplikasi.

?? **Sistem Operasi (Operating System / OS)**

mengendalikan seluruh operasi program, juga menghubungkan perangkat keras dengan program aplikasi.

Untuk PC : MS-DOS (IBM PCs) dan WINDOWS adalah sistem operasi yang banyak digunakan.

Untuk Workstation : UNIX dan VMS adalah OS yang dominan.

?? **Compiler**

menerjemahkan program yang ditulis dalam bahasa komputer pada kode mesin sehingga CPU mampu menjalankan program yang harus dieksekusi. Bahasa kompilasi yang biasa digunakan adalah C, Pascal, FORTRAN, BASIC, dll.

Software	Vendor	CPU		Jenis data		Aplikasi		
		PC	WS	Vektor	Raster	Analisis	DTM	Jaringan
Arc/Info	ESRI	??	??	??	??	??	??	??
MGE	Integrgraph		??	??	??	??	??	??
Geo/SQL	Generation 5 Technology	??	??	??		??	??	??
GFIS	IBM	??	??	??	??	??		??
Idrisi	Clark University	??			??	??		
GRASS	GRASS Information Center	??	??		??	??		

3) Data-data Geografis

Data yang dapat diolah dalam SIG merupakan fakta-fakta di permukaan bumi yang memiliki referensi keruangan baik referensi secara relatif maupun referensi secara absolut, dan disajikan dalam sebuah peta.

?? Referensi relatif

Berarti suatu data yang tidak memiliki referensi geografis. Data ini dapat digunakan jika sudah dikaitkan dengan data yang memiliki referensi geografis.

Misalnya adalah data jumlah penduduk per kabupaten dikaitkan dengan data administrasi kabupaten.

?? Referensi absolut

Berarti suatu data yang memiliki referensi geografis (sudah memiliki koordinat tertentu di permukaan bumi).

Misalnya adalah data titik-titik yang diperoleh dengan menggunakan GPS (Global Positioning System).

4) Sumberdaya Manusia

Sumberdaya manusia yang terlatih merupakan sebagai komponen terakhir dari SIG. Perannya adalah sebagai pengoperasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta menangani data geografis dengan kedua perangkat tersebut.

Sumberdaya manusia juga merupakan sebagai sistem analisis yang menerjemahkan permasalahan riil di permukaan bumi dengan bahasa SIG, sehingga permasalahan dapat diidentifikasi dan dicari solusinya.

2.2.4 Manfaat Penyimpanan dan Pengolahan Data Digital dengan SIG

Kelebihan data digital dalam SIG adalah sebagai berikut :

1) Variasi Tampilan Data

Data digital memiliki variasi tampilan yang hampir tidak terbatas. Baik bentuk, warna, ukuran garis, simbol dan teks dapat disajikan sesuai dengan keinginan si pembuat peta. Disamping itu perubahannya dapat dilakukan dengan cepat dan direproduksi dalam jumlah berapapun dalam waktu singkat.

2) **Keanekaragaman dan Kombinasi**

Data digital spasial, jika dikombinasikan atau diintergrasikan dengan data lain baik spasial maupun non spasial dapat menghasilkan data digital spasial baru. Misalnya data spasial jenis tanah, curah hujan, lereng, jenis batuan, penggunaan tanah, sistem lahan dan wilayah ketinggian jika dikombinasikan dengan tabel persyaratan tumbuh tanaman dapat menghasilkan data tingkat kesesuaian lahan untuk tanaman tertentu.

3) **Efisiensi**

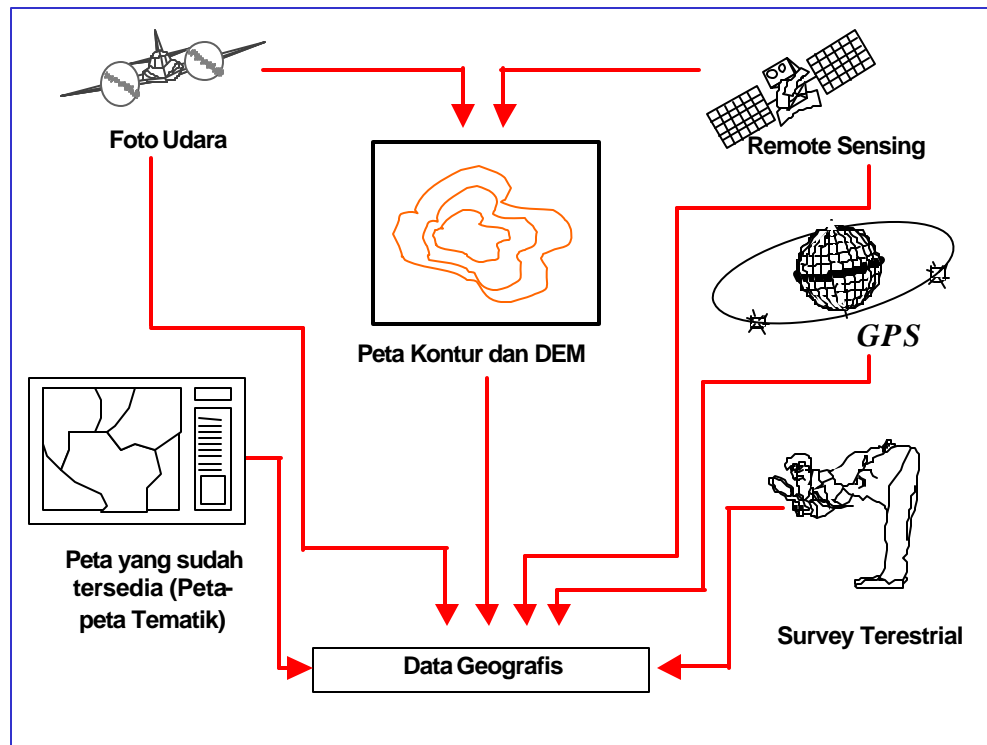
Data digital dapat diakses atau digunakan secara bersama-sama oleh beberapa orang sekaligus untuk keperluan analisis yang berbeda.

4) **Pembaharuan**

Data digital relatif lebih mudah diperbaharui, dengan menggunakan fasilitas editing yang ada. Tidak seperti data manual pada peta analog (peta cetak kertas).

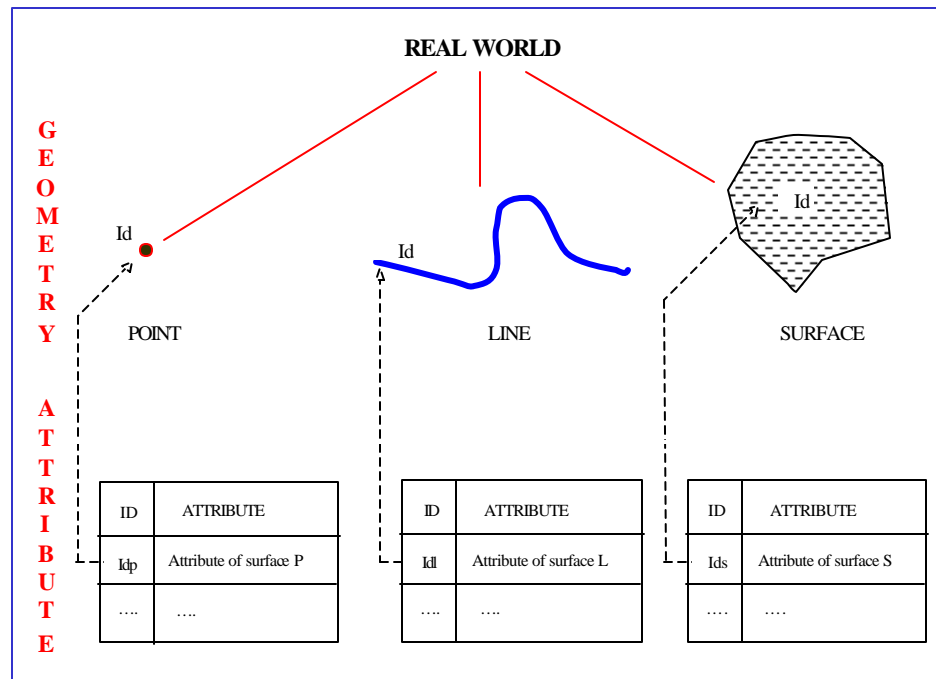
2.3 Model Data dalam SIG

Sumber-sumber data geografis diperoleh melalui beberapa cara, seperti yang terdapat pada gambar di bawah ini :



Data digital geografis diorganisir menjadi dua bagian yaitu

- ☞☞ Data grafis /geometris yang menyimpan kenampakan-kenampakan permukaan bumi seperti : jalan, sungai, permukiman, jenis penggunaan tanah, jenis tanah dll,
- ☞☞ Data tabular yang menyimpan atribut dari kenampakan-kenampakan permukaan bumi tersebut. Misalnya, tanah yang memiliki atribut tekstur, kedalaman, struktur, pH dll.



2.3.1 Model Data Grafis / Geometris

Model data grafis dibedakan menjadi dua, yaitu

?? Model Data Vektor

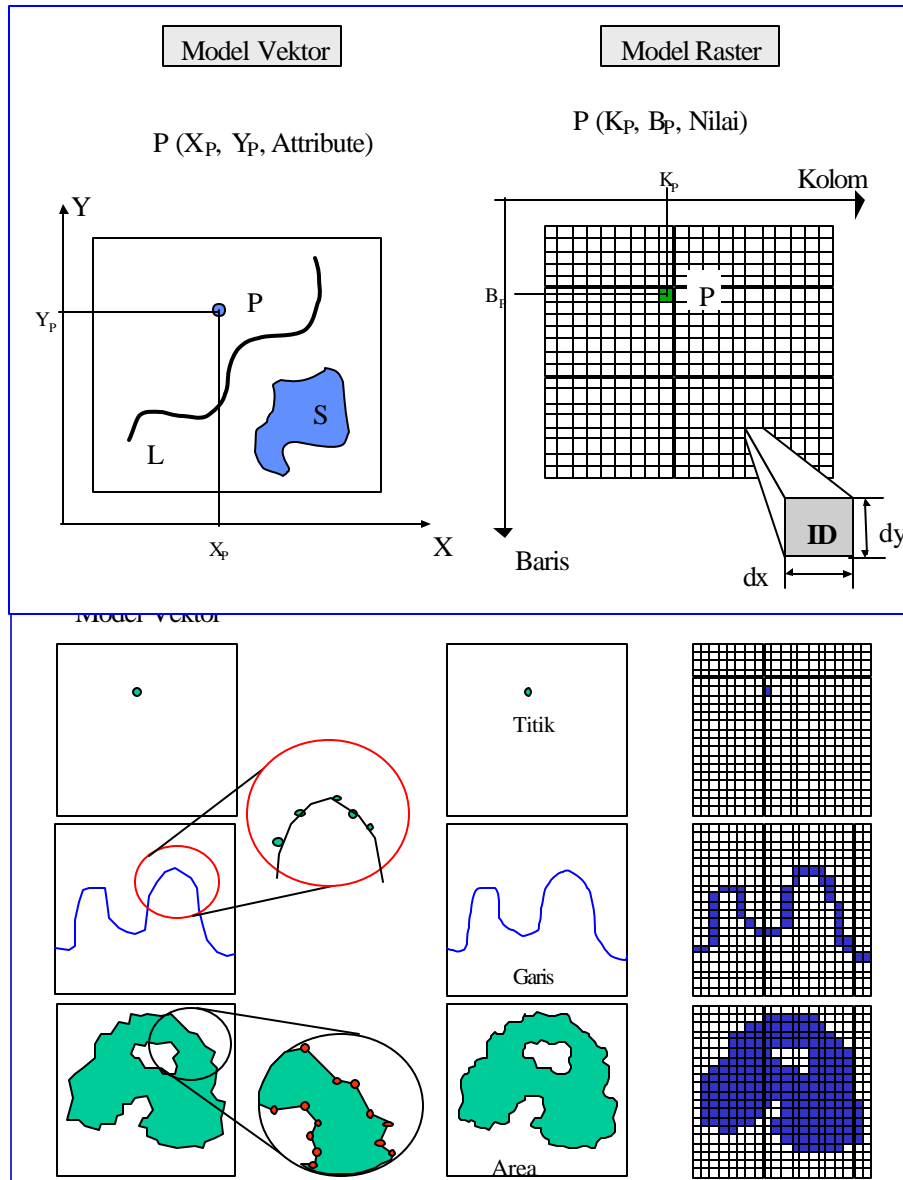
Model data vektor diwakili oleh simbol-simbol atau yang selanjutnya dalam SIG dikenal dengan feature, seperti feature titik (point), feature garis (line) dan feature area (surface). Data tersebut tersimpan dalam komputer sebagai koordinat kartesius (X,Y).

- ☞☞ Data titik tersimpan sebagai sebuah koordinat (X,Y).
- ☞☞ Data garis merupakan data-data titik yang saling terhubung (X1,Y1) (X2,Y2) (X3,Y3)... (Xn,Yn).
- ☞☞ Sedangkan data poligon merupakan data garis yang membentuk kurva tertutup (X1,Y1) (X2,Y2) (X3,Y3)... (X1,Y1).

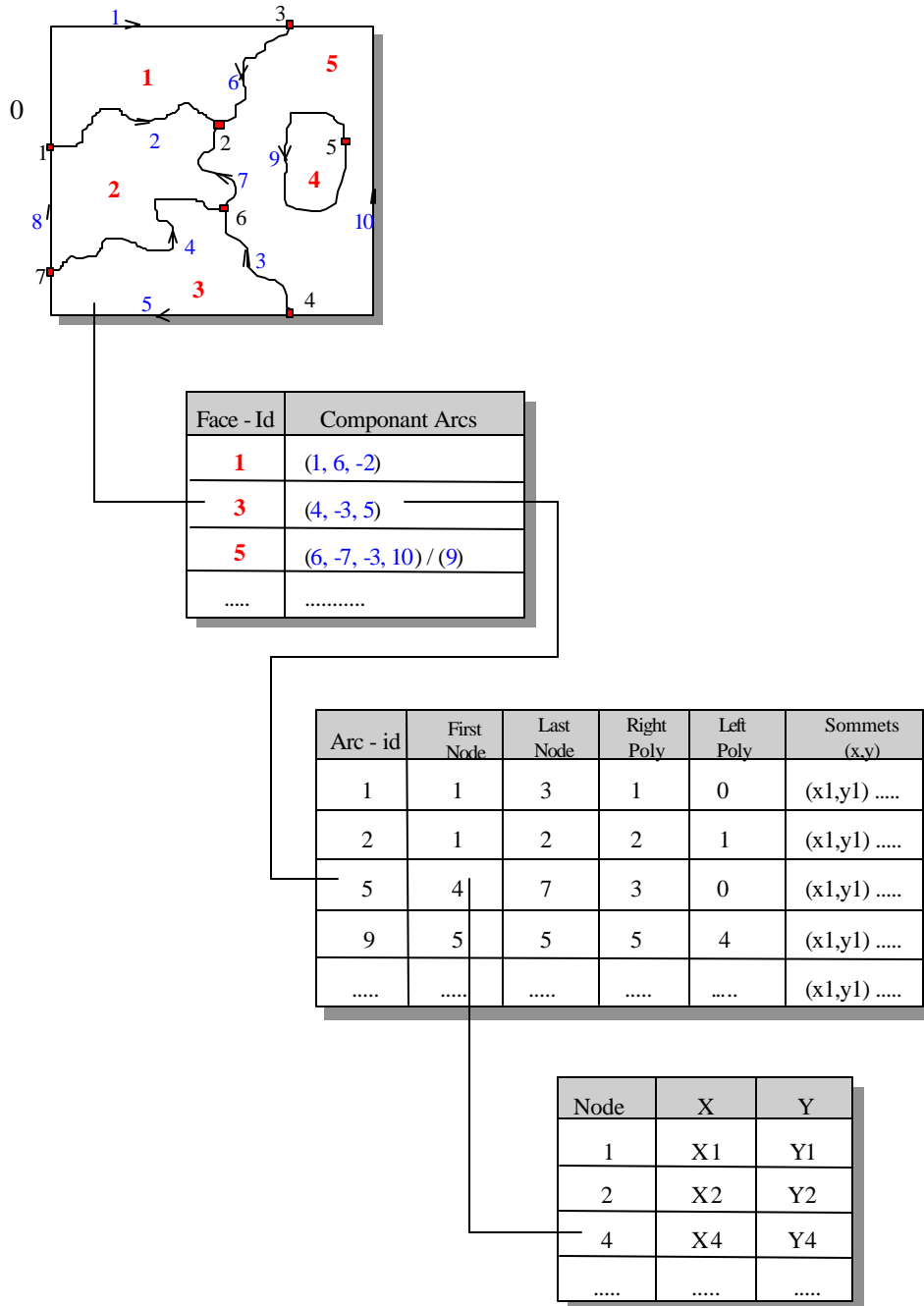
?? **Model Data Raster**

Model data raster merupakan data yang sangat sederhana, dimana setiap informasi disimpan dalam petak-petak bujursangkar (*grid*), yang membentuk sebuah bidang. Petak-petak bujursangkar itu disebut dengan pixel (*picture element*). Posisi sebuah pixel dinyatakan dengan baris ke-m dan kolom ke-n. Data yang disimpan dalam format ini data hasil scanning, seperti gambar digital (citra dengan format BMP, JPG, GIF, dll), citra satelit digital (Landsat, SPOT, dll).

Kedua model tersebut dapat dipresentasikan pada gambar-gambar berikut di bawah ini.



Data yang tersimpan dalam bentuk model data vektor, keterkaitan antara satu obyek dengan obyek lainnya tidak tersimpan. Agar dapat diolah melalui SIG model data ini harus dikonversi menjadi model data yang menyimpan keterkaitan antar obyek, atau melalui proses topologi.



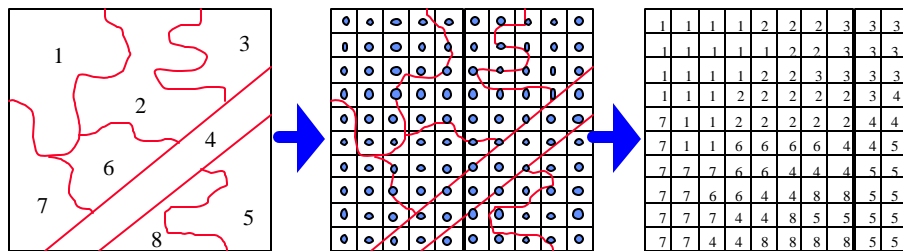
Perbandingan model data

Perbandingan vektor dengan model data raster

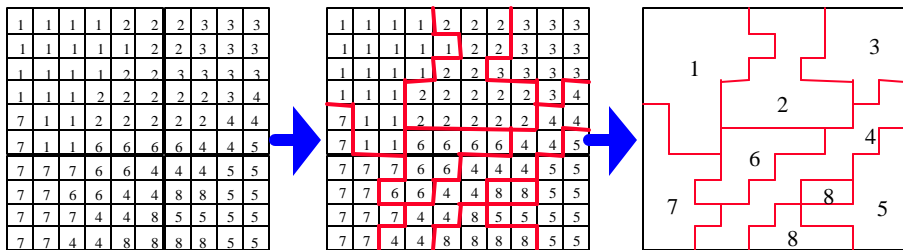
MODEL DATA VEKTOR	MODEL DATA RASTER
Kelebihan :	Kelebihan :
? Struktur datanya lebih rumit	? Struktur datanya lebih sederhana
? Efisien untuk analisis	? Lebih mudah dan efisien dalam melakukan overlay dan analisis data
? Sebagai sarana representasi yang baik	? Mampu menampilkan data/image dari foto udara udara
? Transformasi proyeksi lebih efisien	? Dapat melakukan analisis DTM (Digital Tyerain Model)
? Ketelitian	? Dapat melakukan simulasi
? Proses generalisasi dan editing	? Teknologi yang mudah untuk dikembangkan
	? Mudah untuk membuat program sendiri
	? Efektif dalam menampilkan banyak data spatial
Kekurangan :	Kekurangan :
? Sulit dan membutuhkan waktu lama dalam melakukan proses overlay	? Tidak efektif dalam penyimpanan file
? Tidak bisa menampilkan data image/foto udara	? Kualitas tampilan grafis yang terbatas
? Harga software yang mahal	? Sulit untuk melakukan analisis keterkaitan
? Struktur data yang terlalu banyak	? Begitu banyak tranformasi nonlinear
? Tidak efektif dalam menampilkan banyak data spatial	

Rasterization dan Vektorization

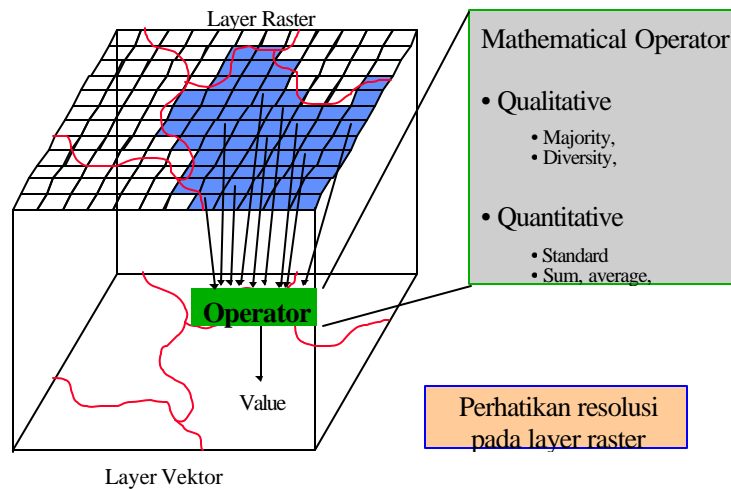
Rasterization adalah proses transformasi atau konversi data dari model vektor ke model raster



Vektorization adalah proses transformasi atau konversi data dari model raster ke model vektor



Pengintergrasian Model Data Raster / Vektor



Data raster dapat diintegrasikan ke dalam bentuk data vektor melalui operasi matematika, dengan mengklasifikasikan data yang bersifat kualitatif dan kuantitatif, yang akan menghasilkan nilai-nilai tertentu. Namun dalam prosesnya harus tetap memperhatikan resolusi data rasternya.

2.3.2 Model Data Tabular

Model data tabular tersimpan ke dalam bentuk baris (*record*) dan kolom (*field*).

	Kolom 1 (Kecamatan)	Kolom 2 (Jumlah sekolah)	Kolom 3 (Jumlah Guru)
Baris 1			
Baris 2			
Baris 3			

2.4 Kegunaan SIG

SIG diharapkan mampu menjawab pertanyaan sebagai berikut :

- ☞☞ Pertanyaan **lokasional** (*What is at.....?*)
Pertanyaan yang digunakan untuk mencari apa yang terdapat pada lokasi tertentu.
- ☞☞ Pertanyaan **kondisional** (*Where is it.....?*)
Pertanyaan yang digunakan untuk mencari lokasi apa yang mendukung untuk kondisi/fenomena tertentu.
- ☞☞ Pertanyaan **kecenderungan** (*How has it changed.....?*)

Pertanyaan yang digunakan untuk mengidentifikasi kecenderungan atau peristiwa yang terjadi dalam kurun waktu tertentu.

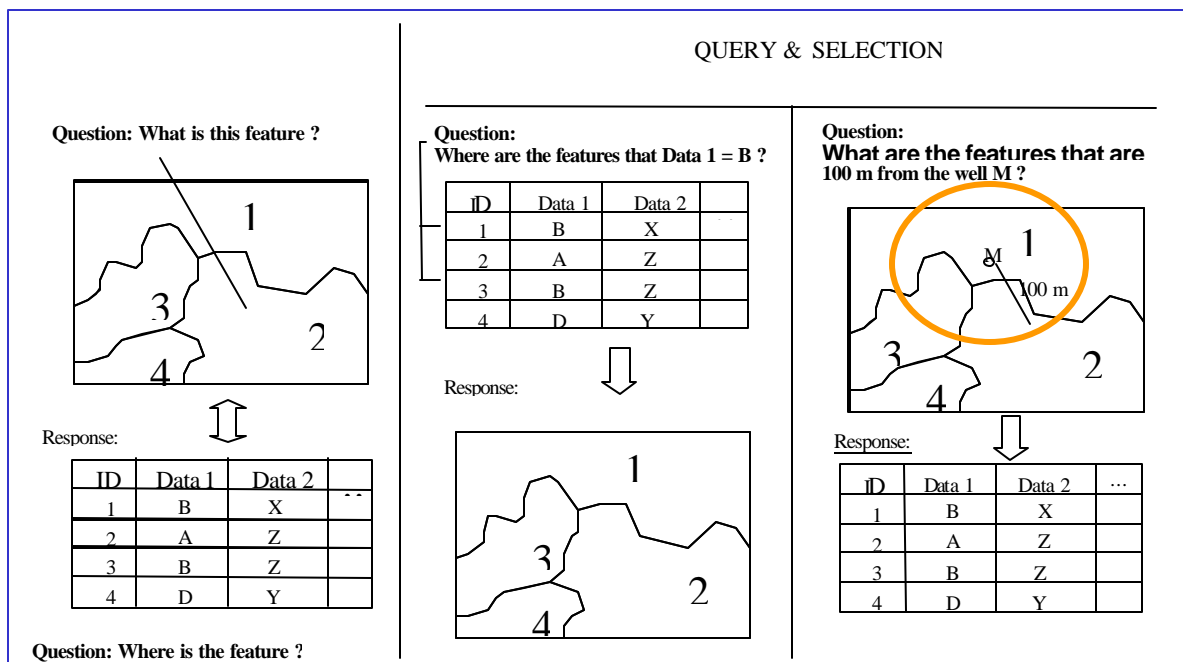
☞☞ Pertanyaan **hubungan (Which data are related?)**

Pertanyaan yang digunakan untuk menganalisis hubungan keruangan antar objek dalam kenampakan geografis.

☞☞ Pertanyaan **berbasiskan model (What if.....?)**

Pertanyaan yang digunakan untuk mengetahui kondisi optimal yang berbasiskan pada model, seperti; kecocokan lahan, resiko terhadap bencana, dll.

Pertanyaan-pertanyaan di atas dapat digambarkan ke dalam gambar di bawah ini.



2.5 Fungsi Utama SIG

Fungsi utama SIG ada empat, yaitu :

☞☞ Menerima data

☞☞ Data yang diterima SIG adalah :

☞☞ Data Grafis (graphic) : dari hasil mengimport file, digitasi, scanner dan konversi data yang sudah ada.

☞☞ Data tabular (Atributte) : dari hasil pengetikan dan mengisi data yang sudah ada.

☞☞ Menyimpan dan memanipulasi data

☞☞ Manajemen data : untuk menyimpan data

☞☞ Perbaikan data : untuk memanipulasi data

☞☞ Menganalisis data

- ✍ ✍ Analisis SIG merupakan sebuah metode, bagaimana SIG menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam kaitannya dengan perencanaan keruangan. Untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut, maka dilakukan ;
 - ✍ ✍ Analisis data, baik data spasial maupun data tabular, serta
 - ✍ ✍ Pembuatan model.
- ✍ ✍ Menampilkan data
- ✍ ✍ Tampilan hasil pengolahan data disajikan ke dalam bentuk ;
 - ✍ ✍ Peta-peta tematik,
 - ✍ ✍ Buku Laporan, dan
 - ✍ ✍ Tampilan monitor.