

BAB I

SISTEM INFORMASI GEOGRAFI

1 Pendahuluan

Bab ini akan membicarakan berbagai macam pengertian sistem informasi geografi oleh berbagai pakar. Pembahasan ini akan memerlukan waktu satu kali pertemuan dengan volume pertemuan 3x100menit. Mahasiswa diharapkan menguasai sistem informasi geografi.

2 Pengertian SIG secara Umum

- a. Merupakan sistem yang berbasis komputer yang mampu menangani data bereferensi geografi, yaitu masukan, manajemen data, analisis dan manipulasi, dan keluaran (Aronoff, 1989)
- b. Merupakan suatu sistem transformasi, dan penayangan kembali dari data-data keruangan untuk kebutuhan tertentu (Burrough, 1986)
- c. Merupakan sistem komputer yang digunakan untuk menyimpan, memanipulasi, dan menganalisis informasi geografi (Petrus Paryono)
- d. Merupakan sistem komputer yang digunakan untuk akuisisi (perolehan) dan verifikasi, kompilasi, penyimpanan, perubahan (updating) manajemen dan pertukaran, manipulasi, pemanggilan dan presentasi, serta analisis data geografis (Bernhardsen, 1992)

- e. Merupakan sistem yang dapat mendukung pengambilan keputusan spasial dan mampu mengintegrasikan deskripsi lokasi dengan karakteristik fenomena yang ditemukan di lokasi tersebut (J. Raper, 1994)
- f. Suatu sistem yang memuat data dengan rujukan spasial yang dapat dianalisis dan dikonversi menjadi informasi untuk keperluan tertentu (Parent, 1988)
- Sistem komputer yang digunakan untuk memasukkan (capturing), menyimpan, memeriksa, mengintegrasikan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan data yang berhubungan dengan posisi di permukaan bumi (Rice, 2000)
- Sistem komputer yang digunakan untuk mengumpulkan, memeriksa, mengintegrasikan, dan menganalisa informasi yang berhubungan dengan muka bumi (Demers, 1997)
- g. Kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak komputer yang memungkinkan untuk mengelola (manage), menganalisa, memetakan informasi spasial berikut atributnya (data deskriptif) dengan akurasi kartografi (Basic, 2000)
- h. Teknologi informasi yang dapat menganalisa, menyimpan, dan menampilkan baik data spasial maupun non-spasial (Guo, 2000)
- i. Sistem Informasi Geografi adalah untuk :
- 1) mengumpul, penyimpanan, dan pengambilan berdasarkan lokasi keruangan.
 - 2) identifikasi lokasi dalam target lingkungan dengan kriteria tertentu
 - 3) menangkap hubungan data dalam satu lingkungan

- 4) analisis keterkaitan data keruangan untuk pengambilan keputusan dan penanganannya.

Sistem Informasi Geografi dirancang untuk membentuk suatu data terorganisir dari berbagai data keruangan dan atribut yang mempunyai “*Geocode*” dalam satu basis data agar dapat dengan mudah dimanfaatkan dan dianalisis.

Dalam analisis SIG dapat dilakukan secara visual atau secara statistik atau model. Pada analisis keruangan, SIG membantu menyederhanakan analisis keruangan dalam penarikan kesimpulan.

3 Komponen Sistem Informasi Geografi

Penggambaran keadaan muka bumi ke dalam bidang datar yang kemudian disebut peta, merupakan salah satu kebutuhan awal bagi para pengelola dan perencana sumber daya alam maupun keperluan militer. Namun penyajian kondisi muka bumi dengan cara manual tersebut akan mengalami beberapa hambatan, apabila akan dilakukan perbaikan informasi, maupun penggabungan dengan informasi dari sumber lainnya. Adanya perkembangan pemanfaatan komputer dalam penanganan data secara umum, mendorong pemanfaatan untuk penanganan data geografis. Perkembangan ini terutama dimulai pada awal tahun 1980-an, dimana personal komputer mulai memasuki pasaran. Perkembangan perangkat keras yang didominasi oleh PC ini ternyata diikuti oleh adanya perkembangan perangkat lunak.

Salah satu perangkat lunak sistem informasi geografis yang telah banyak digunakan oleh beberapa instansi di Indonesia adalah PC Arc/dBase. Tetapi karena pada awal pemasarannya perangkat lunak sistem informasi geografis ini

memanfaatkan pengolah data atribut Info, maka secara umum lebih dikenal dengan nama PC Arc/Info.

Perangkat lunak PC Arc/dBase (PC Arc/Info) pada dasarnya merupakan perpaduan antara dua perangkat lunak, yaitu : Arc dan dBase atau Info. Perangkat lunak Arc adalah perangkat lunak yang mempunyai kemampuan untuk mengolah (terutama) data geografis, sedang dBase atau Info adalah perangkat lunak untuk mengolah atribut (mengolah data tabuler). Secara umum perangkat lunak Info maupun dBase setara dengan pengolah data yang lainnya seperti : FoxBase, Quatro, dan Oracle. Perangkat lunak Info secara umum kurang begitu populer dimanfaatkan secara terpisah sebagai pengelolaan data tabuler, dibanding memanfaatkan dBase, FoxBase, dan Quatro. Akibatnya beberapa pengguna ‘merasa’ mendapatkan kesulitan memanfaatkan perangkat lunak Info. Kemungkinan ini salah satu alasan yang menyebabkan perangkat lunak Arc pada versi terbaru (versi 3.4) menawarkan paket terpadu dengan dBase III Plus. Walaupun secara resmi perangkat lunak sistem informasi geografis ini tidak menggunakan pengolah data atribut Info, melainkan dBase, tetapi sebagian besar pengguna tetap menggunakan nama pasarannya yang sudah cukup akrab di telinga yaitu: PC Arc/Info.

Pada buku masih akan digunakan istilah PC Arc/Info untuk menyebut nama PC Arc/dBase, agar istilah yang digunakan tidak menjadi rancu dan terkesan membingungkan. Perangkat lunak PC Arc/Info dapat dikelompokkan ke dalam beberapa modul, antara lain: Arc (*startkit*), Arcedit, Arcplot, Overlay, Data

Conversion, Network, dan Tables/Info. Penjelasan umum masing-masing modul adalah sebagai berikut:

- Arc adalah modul utama di dalam *PC Arc/Info* yang merupakan langkah awal untuk mengoperasikan modul yang lainnya. Modul ini terutam berfungsi di dalam input data (*digitasi*), pembuatan data atribut, dan sistem output (*plotting*).
- Arcedit mempunyai kemampuan untuk memodifikasi data spasial, termasuk penambahan anotasi dengan ataupun tanpa mengacu pada tabel atributnya.
- Arcplot berfungsi untuk menampilkan data spasial ataupun membuat komposisi peta untuk tujuan pencetakan pada kertas (*plotting*).
- Overlay adalah modul yang dapat digunakan untuk melakukan overlay (tumpang-susun) data spasial poligon, data titik dan garis di dalam poligon, dan pembuatan '*buffer*'.
- Data Conversion adalah modul untuk melakukan konversi data format digital dari atau ke format Arc/Info.
- Network adalah berfungsi untuk tujuan analisis '*network*'.

Tables dan dBase pada dasarnya berfungsi sama untuk melakukan pemrosesan data atribut. Tabel adalah modul internal, sedang dBase merupakan perangkat lunak eksternal tetapi data atribut yang disimpan dalam format Arc/Info secara interaktif dapat diakses dengan perangkat lunak dBase. dBase mempunyai kemampuan jauh lebih baik dibandingkan tables, tetapi biasanya apabila hanya pemrosesan sederhana banyak digunakan dengan modul tabel.

PC Arc/Info adalah suatu sistem geografis yang berbasis vektor yang bekerja secara digital untuk pemrosesan, analisis, dan penayangan data.

3.1 Masukan Data

Subsistem masukan data adalah fasilitas dalam SIG yang dapat digunakan untuk memasukan data dan merubah bentuk data asli ke bentuk yang dapat diterima dan dapat dipakai dalam SIG. masukan data yang bereferensi geografi dapat diperoleh dari berbagai sumber. Memasukan data dalam SIG merupakan pekerjaan yang banyak menyita waktu. Proses ini yang merupakan hambatan bagi penyelesaian seluruh proses dalam SIG, proses memasukan data akan menghabiskan enam puluh hingga tujuh puluh persen dari keseluruhan waktu pemrosesan data sampai dengan pengambilan keputusan. Subsistem masukan data merupakan subsistem yang rumit karena pada subsistem ini perangkat merupakan titik tolak semua aktivitas SIG. subsistem ini harus dapat menjamin bahwa data yang dimasukkan sama dengan data yang diterima dan benar.

Masukan data mencakup semua aspek transformasi data yang diambil dalam bentuk peta, observasi lapangan, dan sensor (foto udara, citra satelit, dan instrumen perekaman) ke dalam bentuk digital. Data ini setelah dibetulkan (radiometrik dan geometriknya) digunakan dalam pembangunan data dasar geografi.

Langkah memasukan data yang sebagian besar dilakukan oleh operator juga merupakan langkah penting, karenanya metode memasukan data dan standar data perlu diketahui sebelum data dimasukkan dan digunakan agar hasilnya benar dan dapat dimanfaatkan.

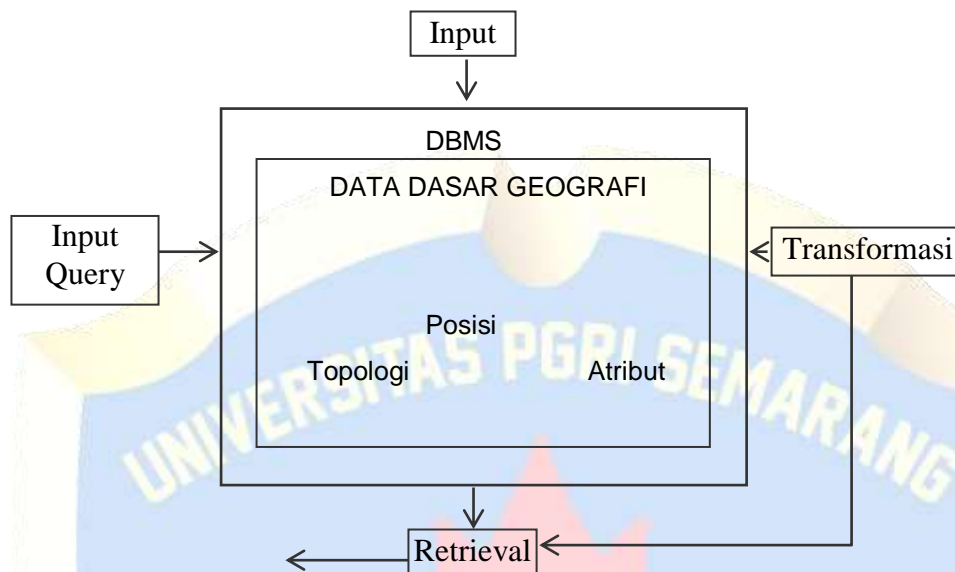
3.2 *Pengelolaan Data*

Subsistem pengelolaan data pada dasarnya dapat dimanfaatkan untuk menimbun dan menarik kembali dari arsip data dasar. Berbagai cara yang dapat digunakan dalam mengelola data dan pengelolaan data ini akan sejalan dengan struktur data yang digunakan. Pengorganisasian data dalam bentuk arsip dapat dimanfaatkan dalam Subsistem Pengelolaan data. Pengorganisasian data keruangan diambil dan dianalisis, hal ini merupakan fungsi dari Subsistem tersebut. Perbaikan data dasar dengan cara menambah, mengurangi, atau memperbaharui dilakukan pada subsistem ini.

Berhubungan dengan penanganan dalam penyimpanan data (gambar 3.1.) meliputi:

1. Posisinya
2. Keterhubungan atau topologi, atribut elemen geografi, yaitu titik, garis, atau area, untuk menyajikan obyek pada permukaan bumi
3. Struktur dan organisasi penyimpanan.

Program komputer yang digunakan dalam pengorganisasian data dasar disebut dengan ***Data Base Management System*** (DBMS). Untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut, yang menjelaskan tentang komponen data dasar geografi.



Gambar 1.1 Komponen Data Dasar Geografi

3.3 Transformasi Data

Dapat berupa aspek spasial maupun non spasial, ataupun kombinasi keduanya, seperti perubahan skala, data *fitting*, perhitungan luas dan keliling. Hal tersebut meliputi dua klas operasi, yaitu:

1. Menghilangkan galat (*error*) data atau membawanya ke bentuk yang lebih mutakhir (*up date*), atau memadankannya ke himpunan data lain yang diperlukan
2. Membawa ke bentuk spesifik seperti yang diinginkan pengguna (aspek query).

3.4 Manipulasi dan Analisis Data

Subsistem ini berfungsi untuk membedakan data yang akan diproses dalam SIG. Subsistem ini dapat digunakan untuk merubah format data, mendapatkan parameter dan melalui proses dalam pengelolaan data dapat pula

dijumpai hambatan yang timbul. Hingga saat ini masih diupayakan mendapatkan cara kerja yang lebih cepat untuk evaluasi dalam Subsistem ini.

3.5 Luaran Data (Output Data)

Subsistem luaran berfungsi untuk menayangkan informasi maupun hasil analisis data geografi secara kualitatif ataupun kuantitatif. Luaran ini dapat berupa peta, tabel ataupun arsip elektronik (*electronic file*). Melalui luaran ini pengguna dapat melakukan identifikasi informasi yang diperlukan sebagai bahan dalam pengambilan kebijakan atau perencanaan.

Ke empat Subsistem di dalam SIG ini yang menopang jalannya proses pengolahan data hingga dapat menghasilkan informasi yang bermanfaat.

Didalam berbagai permasalahan memerlukan pemecahan dengan menggunakan metode dan alat yang berbeda, haruskah SIG dimanfaatkan, mengapa harus SIG yang digunakan dalam analisis keruangan. SIG mampu dimanfaatkan menangani data keruangan yang merupakan informasi geografi, bentuk data dalam SIG bukan merupakan gambar tetapi digital. Data yang disimpan dalam bentuk digital mempunyai dinamika yang lebih besar dari pada data dalam bentuk garis, titik atau area dalam peta. Jumlah data yang banyak dan pengambilan kembali yang lebih cepat merupakan ciri data digital. Kemampuan manipulasi informasi geografi dan mengkaitkan dengan atribut gejala dan memadukannya dengan data lain yang mempunyai kecepatan tinggi dan merupakan karakteristik SIG. kemampuan diataslah yang mengharuskan para pengguna metode analisis keruangan memanfaatkan SIG. kemampuan analisis keruangan informasi bereferensi geografi dalam berbagai kepentingan ini yang

menjadi ciri khas SIG dan ini tidak didapatkan dalam perangkat lunak *Computer-aided design and drafting* (CAD). (Aronoff 1992).

Sig sebagai alat yang dapat dimanfaatkan untuk analisis informasi geografi, dengan demikian haruslah dipelajari prinsip dasar penggunaan SIG. Hal yang perlu diketahui para pengguna adalah bagaimana memanfaatkan SIG secara tepat guna, melalui pendekatan analisis yang mengarah pada pemecahan problematika.

Berhubungan dengan bentuk dan cara data serta hasil pemrosesan disajikan kepada pengguna. Cara penyajiannya melalui monitor, printer, atau plotter. Sedangkan bentuk penyajiannya sebagai peta, tabel, grafik, diagram, atau bentuk lainnya.

5. Struktur Data SIG

Data geografi meliputi informasi tentang posisi, hubungan topologi dan aspek spasial dari pemrosesan data. Data ini menggambarkan obyek dan fenomena geografinya. Obyek mengacu pada lokasinya pada permukaan bumi dengan menggunakan sistem koordinat 9 dapat berupa lokal, nasional, maupun internasional). Sedangkan fenomena geografi dapat berupa konsep fenomenologi, seperti kota, sungai, dataran rendah/tinggi, bentuk serta struktur tanah, dan sebagainya. Fenomena geografi ini akan membawa ke dalam bentuk blok klasifikasi atau taksonomi secara hirarkis, seperti negara-propinsi-kabupaten-kecamatan-kelurahan, klasifikasi bentuk struktur tanah, vegetasi, dan sebagainya.

Semua data geografi dapat disajikan dalam tiga bentuk dasar konsep topologi, yaitu:

1. Titik (*point*)

2. Garis (*line*)

3. luasan (*area*)

Setiap fenomena geografi pada dasarnya dapat disajikan ke dalam tiga bentuk dasar di atas, disertai dengan label yang menerangkan apa disajikan tersebut. Dalam aktivitas penelitian, perencanaan, atau pengambilan keputusan diperlukan data dan informasi yang baik dan teratur agar pekerjaan yang dilakukan dengan cepat dan tepat dapat diselesaikan. Pengaturan dan pengumpulan data secara manual biasa dilakukan berdasarkan hirarki topologi. Peta yang memuat berbagai macam data dan informasi, menyimpan data dalam bentuk topologi. Data keruangan dalam terminologi fisik dan lokasi geografi.

Bentuk data yang dapat dijadikan masukan kedalam notasi yang menunjukkan lokasi keruangan adalah titik, garis, dan area atau poligon. Semua data dari kenampakan, dan fenomena geografi dapat digambarkan melalui salah satu bentuk notasi tersebut.

Informasi geografi pada dasarnya terikat oleh tiga hal penting yang kemudian dapat diproses dengan baik. Dua karakteristik dasar adalah: (a) fenomena aktual dan karakteristik (nama, nilai, kelas) dan (b) lokasi keruangan. Keduanya menjadi pengikat utama, sedang pengikat yang lain adalah waktu. Informasi geografi selalu terikat oleh waktu, sehingga dalam analisisnya terdapat pula analisis temporal, dimana aktualisasi data ditentukan oleh waktu. Data geographical dapat diberi notasi titik, garis atau area dalam hal ini poligon. Setiap data akan mudah dikelola apabila data tersebut tersimpan dalam aturan tertentu

supaya data dengan mudah dimanipulasi. Dalam sistem pengelolaan data dasar (*basedata*) komputer yang mempunyai program yang berguna untuk mengatur, memasukan, menyimpan, mengambil kembali serta mengeluarkan data dari data dasar. Informasi yang berisi satu satuan data yang dapat digunakan dalam perencanaan dan pengambilan keputusan. Agar informasi ini baik maka dibuat satu sistem data dasar. Sistem data dasar dapat digunakan untuk memasukan, menimbun dan mengambil data dengan mudah. Data dasar adalah satu satuan data yang telah disimpan dengan baik dan mempunyai struktur tertentu.

Data dasar yang paling sederhana adalah dalam bentuk daftar (*list*) berdasarkan daftar tersebut maka data baru akan berada pada daftar bagian akhir, penyimpanan secara ini kurang menolong jika harus menemukan sesuatu item didalam daftar yang panjang.

Data dasar yang sederhana tetapi lebih efektif penggunaannya adalah data dasar berbentuk rangkaian urutan. Data dapat disimpan pada file berdasarkan urutan tertentu. Urutan tersebut dapat berdasarkan alfabet atau berdasarkan urutan topik. Jadi seandainya ada data baru yang masuk data tersebut tidak harus dimasukan pada akhir daftar, tetapi diletakkan pada urutan alfabet atau urutan topik. Untuk mengambil kembali data harus digunakan tanda pokok (*key attribute*). Tanda tersebut dapat berdasarkan berdasarkan alfabet nama atau alfabet kelompok. Sebagai contoh : bila seseorang ingin mengetahui sesuatu bagian dari buku maka yang bersangkutan akan melihat bab dan halaman, hal ini berbeda, bila seseorang akan mengetahui arti kata dari sebuah kamus maka yang bersangkutan

akan melohat langsung pada urutan alfabet. Jenis penyusunan ini ditujukan untuk mempermudah pemakaian.

Data dasar lain adalah data dasar yang disusun atau dasar arsip berindeks (*indexed file*). Data geografikal pada umumnya setiap item mempunyai lebih dari satu tanda, sehingga untuk menentukan data yang diperlukan harus menyertakan semua spesifikasi yang menyertainya agar mudah mendapatkan kembali maka data tersebut harus disusun berdasarkan arsip berindeks.

Tabel 1.1 Bentuk Data Dasar Arsip Berindeks

Indeks		Arsip
Nama item	No. Catatan	Item
Tanah	1	Tanah 1
	2	Tanah 2
Air	3	Air 1
	4	Air 2

Pada arsip berindeks ini arsip item disesuaikan dengan asosiasi yang dimiliki oleh item yang bersangkutan. Contoh tanah 1: nama, tekstur, kedalaman, jadi bila diambil tanah satu anrtinya tanah dengan segala sifat yang melekat pada tanah satu.

5.1. Struktur Data Dasar

Sistem informasi geografi memberikan kemungkinan pemanfaatan data secara efektif karena adanya kelenturan dalam pengambilan kembali data geografi. Data dasar pada umumnya mempunyai berbagai macam arsip. Untuk memberi kemudahan maka arsip didalam Data dasar harus disusun berdasarkan struktur atau aturan tertentu. Perangkat lunak Data dasar dalam SIG dapat

dimanfaatkan untuk identifikasi keterkaitan keruangan dan hubungan antar atribut yang berkaitan dengan suatu obyek. Struktur Data dasar yang umum digunakan adalah struktur hirarkikal, jalinan (*network*), dan rasional.

5.2. Struktur Hirarkikal

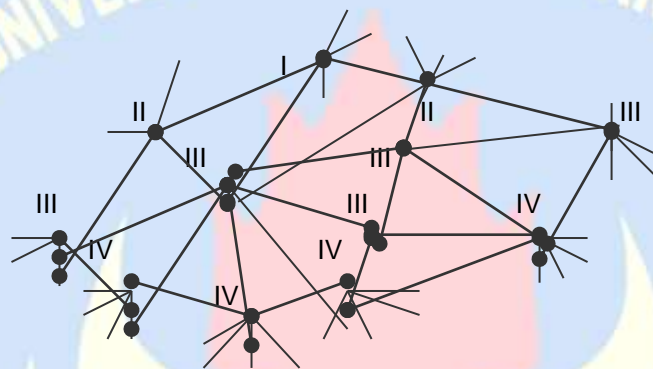
Data yang mempunyai rangkaian secara hirarki merupakan data yang mempunyai kaitan bertingkat. Keterkaitan hirarki dapat ditelusuri dengan memanfaatkan identitas umum dari kelompok data tersebut. Struktur hirarki dapat dibentuk apabila data mempunyai kaitan yang baik satu dengan lainnya. Struktur hirarki mudah ditelusuri dan dimengerti. Dalam memasukan data kemudahan diperoleh dengan menggunakan atribut kunci, sistem ini dengan sendirinya mudah digunakan untuk mengambil data dan membaharuinya.

Universitas	U1	U2.....	Un
Konsorsium	C1	C2	C3 C4
Fakultas	F1	F2	F3 F4 Fn
Jurusan	J1	J2	J3 Jn
Angkatan	T1	T2	T3 Tn
No. Mhs	M1	M2	M3 Mn

Struktur hirarki dengan sendirinya mempunyai identitas kunci dalam contoh: bila ingin menambah atau berubah data maka universitas harus menghubungi fakultas dan selanjutnya universitas dapat mengetahui identitas mahasiswa.

5.3. Struktur Jalinan

Struktur jalinan diciptakan untuk memperpendek jalur yang harus dilalui pengguna dalam mengambil atau menyimpan data. Struktur ini akan menghasilkan simpul yang bertumpuk pada satu tempat dan semua titik tersebut akan mempunyai koordinat yang sama. Pengulangan koordinat dalam struktur ini akan menambah ruang yang dibutuhkan.



Gambar 1.2. Struktur jalinan data

Jika akan dilakukan penambahan data maka simpul yang terbentuk harus diurai terlebih dahulu, hal ini akan memakan waktu, dan hal ini yang menjadi hambatan dalam struktur jalinan.

5.4. Struktur Rasional

Struktur data dasar rasional merupakan yang sederhana, pada struktur ini tidak terjadi penyimpanan titik dan hirarki. Data disimpan dalam satu arsip sederhana yang dinamakan “*tuple* “. Setiap tuple mempunyai ukuran yang sama dan berisi satu grup yang dapat dijadikan satu, penggabungan ini harus merupakan penggabungan yang masuk akal (*rasional*). Pada struktur ini harus dimasukan

identifikasi kode yang berfungsi sebagai karakteristik untuk identifikasi pencatatan dalam setiap arsip.

Data yang akan diambil dari data dasar ini harus menemukan tempatnya, kemudian pengguna baru mencari data yang diperlukan pada tempat ini. Pada struktur ini perubahan, penambahan data hanya menambah tuple, struktur ini mempunyai kelenturan tinggi.

Fakultas	F1	F2	F3	Fn
Jurusan	J1	J2	J3	Jn
Program Studi	PS1	PS2	PS3	PSn

Hirarki dan keterkaitan antar data tidak perlu ada karena setiap data telah diberi identitas dengan kode pengenalan.

5.5. Struktur Pencatatan

Semua bentuk struktur dibuat untuk memberi kemudahan bagi pengguna baik untuk menyimpan maupun mendapatkan data. Struktur pencatatan yang sederhana dan mudah dimanfaatkan adalah satu susunan kesatuan berdimensi satu. Satuan ini dibagi dalam beberapa bagian yang mempunyai ukuran yang sama. Pembagian yang sama ini adakalanya juga tidak efektif karena jumlah data yang akan dicatat belum tentu mempunyai ukuran yang sama. Untuk menghindarinya maka kesatuan tidak perlu dibagi dalam bagian yang sama tetapi setiap bagian harus diberi judul (*header*). Struktur pencatatan ini memberi kemudahan dalam mencapai tempat data dalam suatu arsip yang diperlukan.

6. Penayangan Data Geografi

Manusia lebih mudah membedakan sesuatu apabila obyek atau fenomena yang akan dibedakan dapat diamati. Komputer sebagai alat dengan perangkat lunaknya dapat digunakan untuk menayangkan data geografi. Penayangan sangat berguna untuk interpretasi dan analisis, untuk kepentingan tersebut data geografi harus dibentuk dalam raster atau vektor. Untuk memberi gambaran secara singkat : raster ditampilkan dalam bentuk pixel (*picture element*), satu titik akan diwakili oleh satu pixel, garis terbentuk oleh kumpulan pixel dalam bentuk deretan ke satu arah sedang poligon terbentuk oleh kumpulan pixel dalam berbagai arah dalam satu bidang. Tampilan dapat pula dilakukan dalam bentuk vektor. Vektor diwakili oleh garis dalam arti punya titik pangkal dan titik akhir sehingga vektor didefinisikan sebagai garis yang mempunyai titik awal dan titik akhir serta mengandung nilai tertentu. Telah dikemukakan bahwa komputer dapat mengolah baik data raster ataupun data vektor hanya di dalam beberapa perangkat lunak keduanya dipisahkan.

6.1. Struktur Data Raster

Raster dengan sederhana dapat dibentuk oleh kumpulan sel atau pixel, setiap pixel mempunyai referensi sebagai identitasnya. Identitas ini terikat oleh lokasi geografi atau kolom dan baris, dan setiap pixel mempunyai nilai tertentu. Data yang dibentuk oleh raster mempunyai satuan dua dimensi artinya data raster merupakan data berdimensi dua dan data raster mudah disimpan, manipulasi dan ditayangkan. Raster dapat menggambarkan data geografi yang mempunyai satuan luas dan ukuran raster berkaitan erat dengan ukuran sebenarnya di lapangan,

dengan demikian skala raster dalam data dasar dapat menggambarkan keluasan di lapangan. Satu grid sel atau pixel pada raster hanya dapat mewakili satu nilai. Dalam pendekatan raster, unit terkecil yang homogen adalah pixel, luasan satu pixel yang mempunyai satu nilai tertentu yang mempunyai homogen tidak dapat dipecah, atau dipisah. Pixel hanya dapat menyimpan satu nilai, dengan demikian secara konseptual bila terdapat beberapa nilai pada posisi geografis yang sama maka nilai-nilai tersebut harus disimpan pada arsip yang berbeda.

Penyimpanan data dalam pixel satu nilai mengakibatkan arsip data raster pada umumnya berisi pixel dalam satu jumlah yang relatif besar. Untuk menghindari “*redundancy*” maka dilakukan pengurangan arsip data dengan cara penampalan. Penampalan dapat dilakukan dengan pemberian kode dalam bentuk “*run-length*”, dan

Pemberian kode panjang “*run*” (*run-length encoding*).

Besarnya jumlah data yang tersimpan dalam raster akan memakan tempat di dalam komputer, untuk data yang homogen pengurangan dalam pencatatan tidak akan mengurangi kerincian data, tetapi berbeda dengan data yang heterogen. Pengurangan akan mengurangi kerincian informasi keruangan. Untuk menghindari banyaknya ruang yang digunakan dalam penyimpanan dapat ditempuh dengan pemberian kode pada panjang “*run*”.

Pemberian kode “*run*” dapat dilakukan. Pixel yang bernilai sama yang letaknya berdekatan dan terletak pada baris yang sama dijadikan satu grup. Cara ini akan menghemat ruang di dalam komputer, nilai, informasi, ukuran disimpan satu kali. Pemberian kode panjang run dibedakan menjadi dua yaitu: pemberian

kode panjang “run” standar dan pemberian kode titik nilai (*value point encoding*).

Pencatatan pada pemberian kode nilai titik dilakukan dengan cara:

1. Nomor dimulai pada kiri atas dan mengarah ke kanan dan dari atas ke bawah.
Jadi nomor terkecil terletak pada kiri atas dan nomor terbesar pada kanan bawah.

2. Posisi pixel akhir pada tahun tertentu saja yang dicatat.

Penempatan dengan cara pemberian kode tersebut akan mengurangi penggunaan ruang didalam subsistem pengelolaan data.

Gambar 3.3. Struktur data raster

A. Merupakan kenampakan penyimpanan data tanpa pengompakan

B. Pengkodean panjang “run”

Nilai	Panjang	Baris
A	10	0

Artinya obyek bernilai A pada baris 0 ada 10 pixel

C. Pengkodean titik nilai

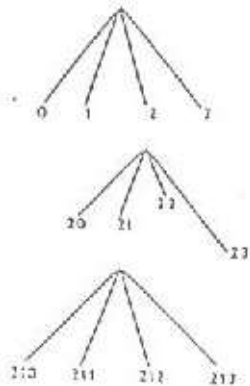
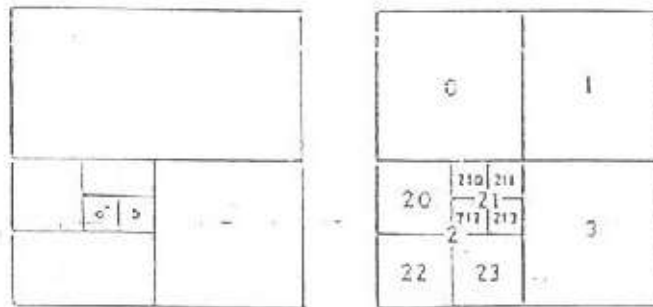
Nilai	Titik
A	23
B	29

Artinya pixel bernilai A dan terdapat pada baris 0, 1, 2, pixel yang bernilai A terakhir pada kelompok ini terdapat pada pixel 23 pada baris dua kolom tiga dan pixel bernilai B pada kelompok ini berakhir pada baris dua kolom 29.

Metode pengompakan lain disebut “*quadtree*”. Metode raster dengan *quadtree* merupakan pemampatan raster yang paling kompak. *Quadtree* menggunakan ukuran grid sel sebagai dasar uji. Untuk kenampakan homogen ukuran sel dibuat besar sedang untuk kenampakan yang heterogen ukuran grid sel dibuat kecil, dalam satu grid sel yang kecil ini kenampakan nilainya harus homogen.

Konsep *quadtree* ini dibangun dengan menerapkan cara pembagian peta. Perubahan nilai kenampakan dapat ditunjukkan oleh ukuran grid yang terkecil dan bila terdapat dua obyek yang berhampiran dan keduanya homogen maka batasnya hanya berupa garis.

Pada kenampakan yang homogen ukuran gridnya besar dan yang heterogen ukurannya kecil. Cara ini baik diimplementasikan pada komputer. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



1	2	3
0		
1		
2		
20		
21		
210		
211		
212		
213		
22		
23		
3		

Gambar 3.4. Struktur Data Vektor dari Kenampakan Garis

Keunggulan struktur data raster adalah:

1. Strukturnya sederhana
2. Tumpangsusun dan kombinasi data yang dipetakan mudah
3. Analisis keruangan mudah dilaksanakan
4. Satuan unit dalam raster mempunyai ukuran dan bentuk yang sama
5. Teknologinya murah dan mudah dikembangkan

Kelemahan struktur data raster adalah:

1. Volume data grafik besar
2. Penggunaan ukuran pixel yang besar untuk mengurangi pemakaian ruang sering menghilangkan beberapa informasi

3. Peta yang rumit tampak tidak baik
4. Jaringan hubungan sukar dibuat
5. Transformasi proyeksi memakan waktu lama

6.2. Struktur Data Vektor

Struktur data vektor dapat digunakan untuk menggambarkan informasi geografi secara tepat. Informasi yang diwakili oleh titik, garis, dan bidang mempunyai koordinat yang tepat dan dalam hal ini diasumsikan koordinat yang ada terdapat pada satu bidang datar.

Titik akan diikat oleh satu koordinat ialah (X,Y), sedang garis ditandai oleh dua atau lebih sistem koordinat sedang poligon atau bidang terikat oleh beberapa koordinat sedang poligon atau bidang terikat oleh beberapa koordinat yang tertutup. Di dalam penentuan informasi geografi titik mempunyai fungsi mewakili fenomena atau obyek sehingga didalam menyimpan data titik harus diikuti oleh keterangan lain. Dalam hal ini data titik tidak hanya menggambarkan lokasi tetapi titik yang mempunyai fungsi dengan segala atributnya yang dapat mewakili fenomena geografi.

Struktur data vektor yang mewakili fenomena atau kenampakan garis ditentukan oleh dua pasang koordinat atau lebih disamping keterangan tentang atribut yang diwakilinya. Pemanfaatan garis terutama untuk informasi keruangan yang menunjukkan keterkaitan dalam analisis, jaringan (*network*) pada aktivitas transportasi, sambungan telepon atau jaringan perhubungan lainnya.

Struktur data vektor yang mewakili poligon atau area harus digambarkan dengan rangkaian garis yang tertutup. Informasi geografi yang dipakai dalam

analisis keruangan biasanya menggunakan struktur poligon. Pembuatan poligon untuk dapat memberi gambaran tentang topologi suatu daerah. Pada struktur data vektor terdapat dua model yang lazim digunakan ialah model data spaghetti dan topologi.

Poligon pada umumnya digambarkan oleh garis tertutup, koordinat X dan Y merupakan koordinat garis batas. Batas dua poligon yang berdekatan harus digambarkan dua kali, berarti tiap poligon mempunyai batas sendiri. Arsip data dalam bentuk pengumpulan koordinat tanpa struktur yang jelas (*inherent*) disebut model spaghetti. Model ini sederhana, arsip datanya hanya menyimpan koordinat aktual dari data keruangan yang disimpan. Kaitan keruangan antara data dan kenampakan tidak diberi kode atau identitas. Kesulitan lain adalah pemasukan batas dua poligon yang harus dilakukan dua kali. Pekerjaan ini sering menimbulkan kesalahan. Tidak adanya informasi tentang identitas poligon menyukarkan dalam pengecekan batas topologi. Demikian pula dalam mengetahui poligon yang bersebelahan.

Model *spagetti* ini mempunyai kelemahan seperti telah disebutkan di atas walaupun struktur poligon dapat diperluas dengan menambah hubungan, tetapi hal ini tidak dapat menghindarkan problem dasar dari model ini.

Struktur data vektor dengan model topologi telah banyak dimanfaatkan dalam memberi identitas kaitan keruangan dalam SIG. topologi adalah metode matematis yang digunakan untuk mendefinisikan hubungan keruangan. Salah satu bentuk model topologi disebut model Arc Node. Logika dasarnya dibentuk bahwa Arc (busur) adalah satu rangkaian titik yang mempunyai awal dan berakhir

pada satu node. Sedang node adalah titik pertemuan antara dua atau lebih arc dan node dapat berakhir pada “*dangling*” dari satu arc, titik akhir dari busur tidak perlu merupakan titik sambung dengan busur lain. Poligon yang digambarkan oleh rangkaian busur yang merupakan batasnya titik akhir dari busur selalu merupakan titik hubung pada busur lain. Untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.5. Struktur Poligon Topologi

Pada gambar di atas poligon topologi tampak beberapa pengertian dasar tentang node, N1 adalah titik awal dari busur a1 sedang N2 adalah node akhirnya, dan N2 ini merupakan node sambungan antara busur a1 dan a5. N4 adalah node akhir tanpa punya kelanjutan atau hubungan.

Poligon A terdiri atas busur a1, a5 dan a3 dengan node sambungan pada N1, N2, dan N3. Tiap poligon yang berdekatan dapat dilihat pada tabel. Tabel topologi ini dapat digunakan untuk semua kenampakan yang terdapat dalam poligon dan dari tabel ini dapat pula diketahui identitas tiap elemen. Tabel data koordinat busur dapat digunakan untuk mendapatkan rangkaian busur dengan memperhatikan koordinatnya. Makin rumit bentuk poligon makin banyak koordinat yang diperlukan.

Data atribut dapat disimpan pada tabel rasional dan hal ini mudah dilakukan dan dapat digunakan untuk menyimpan jumlah data yang banyak. Struktur data vektor dalam bentuk topologi berguna untuk analisis keruangan terutama yang menyangkut "*Contiguity and connectivity*".

"*Contiguity*" adalah hubungan keruangan antar elemen yang saling bersebelahan, analisis contiguity dapat diterapkan pada perencanaan kota untuk mengetahui daerah konflik, atau biologik yang ingin mengetahui habitat yang berdekatan dengan habitat lain. Sedang "*connectivity*" adalah saling hubung jalur lalu lintas untuk transport, kabel dan lainnya fungsi "*connectivity*" untuk menemukan jalur optimum dalam menelusuri suatu tujuan, misal untuk menentukan jalur yang paling efisien untuk dilalui.

Dalam menghayati keadaan lingkungan terdapat tiga pangkal tolak pemikiran untuk menemukan konsep dasar dalam melihat keadaan didalam lingkungan ialah: logika formal, pandangan (*perpiotif*) waktu, dan perspektif keruangan (geografi). Perspektif keruangan menekankan pada jarak, situs, lokasi yang berkaitan dengan fungsi. Untuk menggambarkan keadaan ini data dapat berupa data raster atau vektor.

Baik data raster atau vektor telah banyak dimanfaatkan dalam SIG, dengan segala kelebihan dan keunggulannya, baik pada tahap penyimpanan, analisis maupun waktu pemrosesannya. Untuk memperjelas kelebihan dan keunggulan kedua struktur tersebut agar pengguna dapat menentukan pilihannya.

Keunggulan struktur data vektor adalah:

1. Baik dalam penampilan penologikal
2. Struktur datanya kompak
3. Topologi dapat dilengkapi dengan jalinan hubungan grafiknya tepat
4. Kemungkinan penarikan kembali, perbaruan data dapat dilakukan

Kelemahan struktur data vektor adalah:

1. Struktur datanya rumit
2. Kombinasi dari beberapa poligon dari vektor, atau poligon raster sukar dilakukan
3. Setiap unit mempunyai bentuk topologi yang berbeda
4. Penayangan dan “plotting” mahal
5. Teknologi mahal karena perangkat lunak dan kerasnya canggih
6. Analisis keruangan dan filtering tidak mungkin dilakukan

Penggunaan struktur raster dan vektor dalam SIG merupakan hal yang telah dilakukan. Setiap struktur mempunyai kelebihan dan kekurangan sehingga pengguna harus dapat menentukan struktur yang akan digunakan sesuai dengan kepentingan atau kemampuan dari perangkat kerasnya.


6.3. Data atribut

Adalah informasi dari suatu data grafis (titik, garis, ataupun area) yang disimpan dalam bentuk format data tabuler; struktur data atribut ini adalah spesifikasi dan secara otomatis terkait dengan data grafisnya. Data atribut dasar dapat diperoleh secara otomatis pada waktu menyiapkan data grafisnya (*.PAT dan *.AAT). Kedua macam data tersebut tersimpan secara digital, sesuai dengan format data untuk PC Arc/Info (software SIG).

7. Istilah dalam SIG

Beberapa peristilahan umum yang digunakan dalam PC Arc Info untuk mengelola data grafis dan atributnya (untuk lebih jelasnya lihat keterangan gambar terlampir).

- Coverage Sekumpulan data digital yang digunakan untuk menyajikan satu tema peta. Coverage secara sederhana dapat dianggap sebagai suatu peta digital yang terdiri dari beberapa komponen, antara lain: data titik (*point*), garis (*line*), poligon (*area*), dan tic.

- 
- Polygon Menyajikan kenampakan yang berupa area. Polygon terdiri atas satu atau beberapa arc yang membatasinya dan ditandai oleh label didalamnya.
 - Arc Menyajikan kenampakan garis, batas poligon, dan atau berfungsi keduanya (garis dan batas poligon). Satu kenampakan garis dapat tersusun atas satu atau beberapa arc, begitu pula kenampakan poligon dapat terdiri dari satu atau beberapa arc. Arc sendiri dapat dirinci terdiri dari satu atau beberapa vertex.
 - Vertex Bagian dari arc yang diikat oleh sepasang koordinat.
 - Node Merupakan titik awal dan akhir suatu arc, dan atau simpul pertemuan antara dua atau lebih arc.
 - Dangling Pertemuan antara dua arc yang tidak tersambung secara sempurna pada simpulnya.
 - Pseudo node Simpul (*node*) yang tidak berfungsi sebagai node (node yang berlebihan dan tidak berfungsi sebagai awal maupun akhir pada arc).
 - Label point Salah satu kenampakan dalam suatu coverage yang berfungsi untuk beberapa tujuan sebagai berikut:
 1. label atau User-ID di dalam poligon yang berfungsi untuk menentukan nama poligonnya (identitas dari poligon); selanjutnya label poligon dapat digunakan untuk identitas pada data atributnya.

2. Untuk menyajikan kenampakan titik (data grafis titik).

3. Untuk menempatkan posisi teks (*annotasi*) di dalam poligon secara otomatis.

- Tic Merupakan kumpulan titik kontrol yang digunakan sebagai titik ikat suatu *coverage*. Tic memungkinkan semua *coverage* mengacu pada sistem koordinat tertentu, maupun koordinat alat (*digitizer*). Tic sangat bermanfaat dalam registrasi peta selama **input** (*digitasi dan editing*), **processing** (penggabungan *coverage* dan *overlay*), maupun **output** (pencetakan).
- Annotation Informasi peta yang berupa tulisan (*teks*) dan atau simbol, untuk tujuan kartografis, tetapi tidak digunakan untuk analisis.
- Coverage Ex. Merupakan file yang berisi batas cakupan
BDN peta. BDN berisi file koordinat segi empat (koordinat minimum dan maksimum) dari suatu *coverage*.
- User-ID Identitas atau kode suatu arc (pada arc) dan atau identitas suatu poligon.
- Internal-ID Identitas poligon pada data atributnya
- Info file Merupakan kumpulan dari data atribut (*tabuler*) yang memungkinkan dikaitkan ke data grafis di dalam PC Arc Info.
- Tolerances Ukuran yang digunakan untuk menentukan kerincian dan

resolusi dari suatu coverage. Ada beberapa macam tolerance, diantaranya: *fuzzy tolerance*, *dangle length*, *node match tolerance*, *weed tolerance*, dan kesalahan RMS.

- Fuzzy tolerance Jarak minimum antara dua atau lebih koordinat di dalam arc (*vertex* maupun *node*)
 - Dangle length Panjang minimum suatu arc dianggap sebagai dangle.
 - Node match tolerance adalah jarak minimum antara dua simpul (*node*).
 - Weed distance Jarak minimum antara dua vertex di dalam setiap arc
 - RMS Kesalahan RMS (*Root Mean Square Error*) adalah ukuran yang menyatakan besarnya kesalahan pada waktu transformasi antara titik ikat dan posisi peta yang didigitasi.
- Untuk jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:

Gambar 3.6. Contoh Hasil Digitasi

8. Fungsi Sistem Informasi Geografi

1. Perolehan dan pemrosesan awal data
2. Pengelolaan, penyimpanan, dan pengambilan ulang data
3. Manipulasi dan analisis
4. Luaran.

Pengumpulan data yang bereferensi geografi/keruangan telah lama dan digunakan. Kartografi telah memanfaatkannya dalam membuat bank data dalam bentuk peta. Data yang tersimpan dalam peta tidak mungkin diganti untuk pemutakhiran, dan dimanfaatkan secara cepat.

Sementara itu untuk definisi yang akurat, dapat diterima secara sangat luas, definisi ini tidak membantu bagi pendatang baru pada SIG. arti ini akan menjadi jelas setelah anda belajar melalui buku ini. Tetapi untuk saat ini, perhatikan definisi yang lebih sederhana.

Gambar 3.7. Susunan hirarki Sistem kerja SIG

Banyak program komputer yang digunakan secara luas, seperti spreadsheets (misalnya, lotus 1-2-3), paket statistik (misalnya, SAS dan Minitab), atau paket drafting (misalnya, AutoCad) dapat menangani data geografi atau data spasial sederhana. Kemudian, mengapa program ini tidak umum dianggap sebagai SIG ?. jawaban yang dapat diterima secara umum, bahwa suatu sistem merupakan SIG hanya jika sistem tersebut memungkinkan operasi spasial pada data. Perhatikan contoh tabel sederhana di bawah ini:

Tabel 1. Perkiraan jumlah orang yang bekerja dengan aspek SIG tertentu, tahun 1989.

Nama Kota	Latitude	Longitude	Populasi SIG
London	51 N	0	80
Zurich	47 N	8 E	25
Utrecht	52 N	5 E	40
Santa Barbara	34 N	119 E	50
Orono	45 N	69 E	30
Buffalo	42 N	78 E	30

8.1. *Pertanyaan Non spasial*

Pertanyaan “berapa jumlahg rata-rata orang yang bekerja dengan SIG pada setiap lokasi “ adalah pertanyaaaaan non spasial, jawabannya tidak memerlukan nilai yang disimpan dari latitude dan longitude; pertanyaan ini tidak menerangkan dimana tempatnya dalam hubungannya yang lainnya.

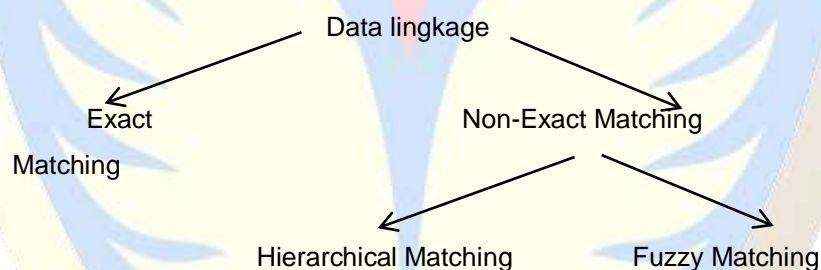
8.2. *Pertanyaan Spasial*

Berapa banyak orang yang bekerja dengan SIG di kota-kota utama Eropa Barat?. apakah pusat kotanya terletak didalam radius 1.000 mil dengan kota yang lainnya?. Rute terpendek man yang melalui semua pusat kota ini ?. ini adalah

pertanyaan spasial yang hanya dapat dijawab dengan menggunakan data latitude dan longitude, serta informasi lainnya, seperti radius bumi. Sistem informasi geografi dengan cepat dapat menjawab pertanyaan seperti ini.

Secara umum SIG menghubungkan kumpulan data yang berbeda seandainya anda ingin mengetahui tingkat kematian yang diakibatkan oleh kanker di antara anak-anak di bawah usia 10 tahun di setiap propinsi. Jika anda mempunyai satu file yang berisi tingkat kematian, pertama anda harus mengkombinasikan atau menghubungkan kedua file data ini. Setelah dilaksanakan, anda dapat membagi satu gambar dengan yang lainnya untuk mengekstrak jawaban yang diinginkan.

Jika hal ini tampak sepele dan hampir tidak memerlukan SIG, perhatikan cara yang berbeda, dimana kumpulan data perlu dihubungkan



8.3. Pemaduan Eksak (*Exact Matching*)

Pemaduan eksak terjadi bila anda mempunyai informasi pada satu file komputer mengenai banyak feature (misalnya negara bagian). Dan informasi tambahan lainnya pada file lainnya tentang feature yang sama. Operasi untuk menggabungkan file ini mudah, diarsip dengan menggunakan kunci umum untuk kedua file – pada kasus ini, negara bagian. Dengan demikian record pada setiap

file dengan nama negara bagian yang sama diekstrak dan keduanya digabungkan dan disimpan di file lainnya.

Tabel 4.1. Data yang akan dioverlay

Negara Bagian	Populasi	Negara Bagian	Biaya Perumahan Rata-rata
Lake	108.000	Lake	89.000
Lincoln	45.000	Lincoln	77.000
Madison	213.000	Madison	104.000
Orange	1.415.000	Orange	167.000
Penn	22.000	Penn	75.000

Tabel 1. Penggabungan dengan melaksanakan paduan eksak pada nama negara bagian

Negara Bagian	Populasi	Biaya Perumahan Rata-rata
Lake	108.000	89.000
Lincoln	45.000	77.000
Madison	213.000	104.000
Orange	1.415.000	167.000
Penn	22.000	75.000

8.4. Pemaduan Hierarki

Namun demikian beberapa jenis informasi dikoleksi dengan lebih rinci atau kurang sering dibanding dengan jenis informasi lainnya. Sebagai contoh, data keruangan dan pengangguran meliputi area yang luas dikoleksi dengan sangat sering. Sebaliknya data populasi dikumpulkan untuk area yang sempit, tetapi pada interval yang kurang sering. Jika area yang kecil terletak tepat di dalam area yang lebih besar, maka penyelesaian untuk pembuatan paduan data pada area yang

sama adalah menggunakan penyelesaian paduan hirarki-menambahkan data untuk area yang lebih kecil sehingga area terkelompok dipadukan ke area yang lebih besar dan kemudian paduan eksak dilakukan

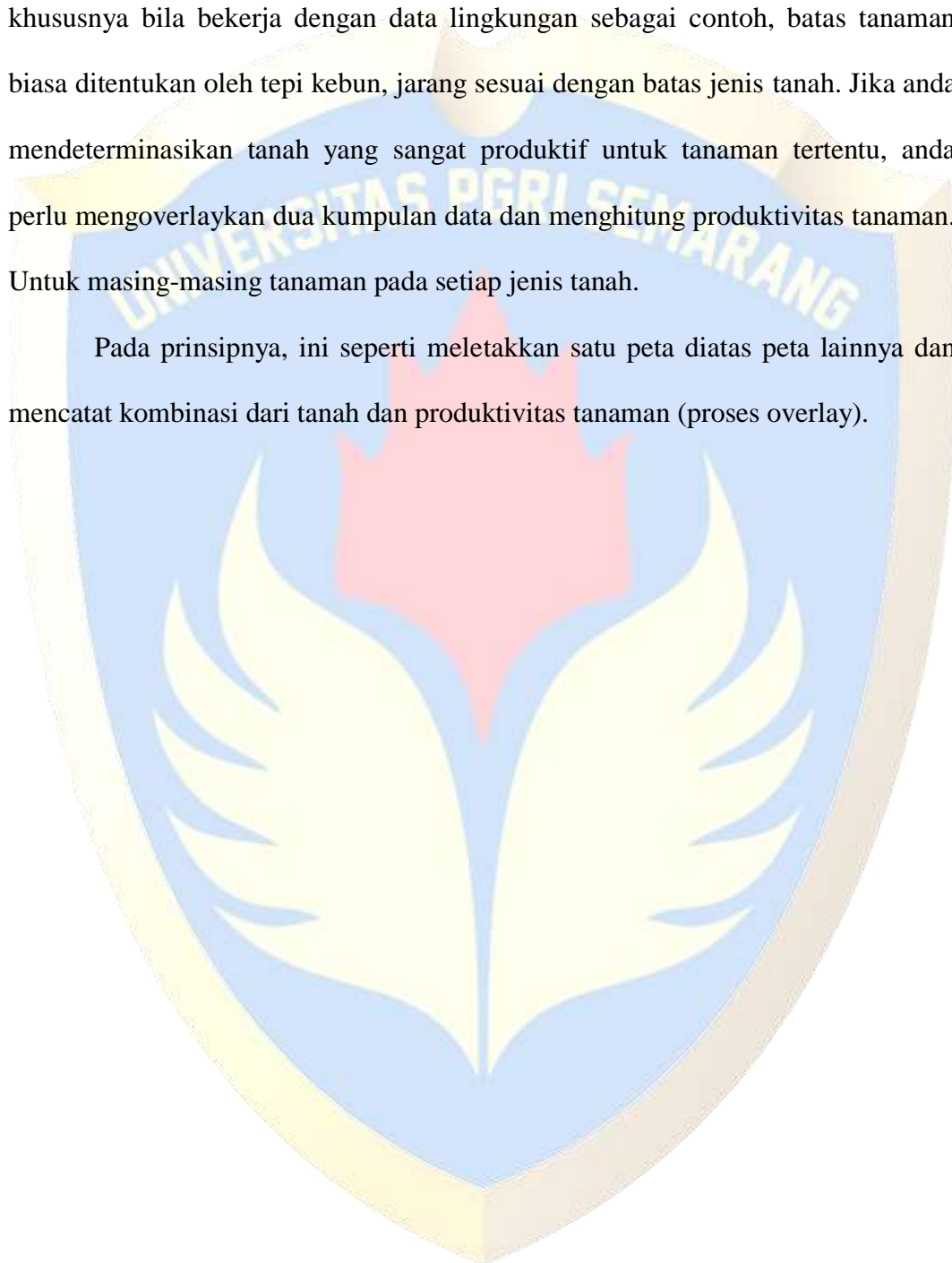


Gambar 3.8. Struktur hirarki yang menunjukkan negara bagian dari beberapa track.

8.5. *Pemaduan Fuzzy (Fuzzy Matching)*

Batas area yang lebih kecil tidak sesuai dengan area yang lebih besar. Ini khususnya bila bekerja dengan data lingkungan sebagai contoh, batas tanaman biasa ditentukan oleh tepi kebun, jarang sesuai dengan batas jenis tanah. Jika anda mendeterminasikan tanah yang sangat produktif untuk tanaman tertentu, anda perlu mengoverlaykan dua kumpulan data dan menghitung produktivitas tanaman. Untuk masing-masing tanaman pada setiap jenis tanah.

Pada prinsipnya, ini seperti meletakkan satu peta diatas peta lainnya dan mencatat kombinasi dari tanah dan produktivitas tanaman (proses overlay).



Gambar 3.9. Proses overlay antara peta satu dengan peta lain

Tugas dan Pertanyaan

1. Sebutkan data yang dipelajari dalam sistem informasi geografi ?
2. Jelaskan bagaimanakah proses pemasukan data dalam sistem informasi geografi ?

Daftar Pustaka

- Aronoff, Stan, 1992, *Geographic Information Systems, A Management Perspective*, WDL Publication, Ottawa, Canada.
- Bernhardson, Tor, 1992, *Geographic Information Systems*, Norwegian Mapping, Norway.
- Dulbahri, 1999, Sistem Informasi Geografi, *Diktat Kuliah*, PUSPICS Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Dulbahri, 1993, Sistem Informasi Geografi, *Diktat Kuliah*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Suharyadi, Retnadi, 1993, Mengolah Data Spasial dengan Sistem Informasi Geografi PC Arc/Info, *Hand Out Kuliah*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.

BAB II PERKEMBANGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI

1. Pendahuluan

Bab ini akan membicarakan munculnya sistem informasi geografi di dunia ini dan sebagai suatu teknologi mutakhir yang mampu menganalisis suatu data yang bersifat keruangan. Data yang dimaksud adalah garis, titik, dan area/poligon. Teknologi ini tidak terlepas dari ilmu dasar yang menopangnya, antara lain: penginderaan jauh, kartografi, geodesi, serta ilmu lain yang juga bersifat keruangan.

Mahasiswa diharapkan mampu mengenal lebih jauh sejarah perkembangan sistem informasi geografi. Bab ini akan dibicarakan pada satu kali pertemuan kuliah, yaitu 2 x 100 menit. Setelah kuliah ini mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan arti pentingnya mempelajari sistem informasi geografi.

2. Sejarah Perkembangan Sistem Informasi Geografi

2.1. Peta-Peta Pertama

Sistem Informasi Geografi telah berevolusi dari abad-ke-abad kelahiran hingga perkembangan ilmu-ilmu geodesi, geografi, dan kartografi. Peta pertama ditemukan ketika dilakukan penggalian reruntuhan kota Gasur di Babilonia. Peta ini merupakan sebuah lempeng kecil yang terbuat dari tanah liat dan diperkirakan dibuat sekitar 2500 tahun sebelum masehi. Peta ini menggambarkan suatu lembah, gunung, dan suatu danau. Peta generasi kedua ditemukan di Mesir. Peta ini digambarkan diatas lembaran kertas yang terbuat dari kulit (*parchment*). Pada peta-peta ini diperlihatkan persil-persil tanah pertanian yang terdapat disekitar lembah sungai Nil dan lokasi-lokasi tambang emas di Mesir pada masa pemerintahan Rameses II (1292-1225 Tahun sebelum masehi).

Beberapa abad kemudian, orang-orang Yunani mendapatkan keterampilan kartografi hingga akhirnya dapat mengkompilasi peta-peta realistik yang pertama

mereka mulai menggunakan sistem koordinat segi-empat untuk pembuatan peta-petanya sekitar 300 tahun sebelum masehi. Kira-kira 100 tahun kemudian seorang pakar matematika, Astronomi, dan Geografi Yunani, Eratosthenes, meletakkan dasar-dasar sains Geodesi dan Kartografi. Pakar ini telah melakukan serangkaian pengamatan hingga akhirnya didapat bukti-bukti yang menyatakan bahwa bentuk bumi itu tidak datar, tetapi bulat. Selain dari itu, Eratosthenes juga memperoleh nilai keliling bumi walaupun dikemudian hari diketahui nilainya diketahui 16% lebih besar dari hasil hitungan pada saat ini. Setelah itu, makin banyak peta-peta yang dibuat dengan dasar sains ilmu-ilmu ini, dan diantaranya adalah peta dunia pertama yang telah dibuat oleh Claudius Ptolemaeus di Alexandria. Pengaruh Kartografi dari Yunani kuno ini demikian kuat hingga mempengaruhi sebagian besar dasar-dasar sistem kartografi yang ada pada saat ini, dan baru mendapatkan kemajuan yang berarti pada abad ke 16 [Vila78]. Merekalah yang memperkenalkan konsep-konsep bumi bulat dengan kutub-kutubnya, garis Khatulistiwa dengan daerah-daerah tropisnya, sistem koordinat geografi lintang dan bujur, sistem proyeksi peta, dan hitungan dimensi-dimensi bumi.

Bangsa Romawi mengembangkan peta setelah Bangsa Yunani. Perbedaan utama pola pikir diantara mereka jelas terlihat dan tercermin dari peta-petanya. Bangsa Romawi tidak terlalu memperlihatkan Geografi Matematis dengan sistem Koordinat Geografi lintang dan bujurnya, pengamatan-pengamatan Astronomis, dan persoalan proyeksi peta. Bangsa Romawi lebih memperhatikan (peduli) peta praktis untuk kebutuhan Administrasi dan militer beserta aspek atribut peta dalam bentuk pencatatan dan tabulasi. Sejak saat itu pula, diperkenalkan istilah-istilah *Cadastre* (pendaftaran kepemilikan tanah secara resmi) dan *Cadastral* (hasil Survey atau peta yang memperlihatkan batas-batas kepemilikan tanah atau persil) yang berasal dari bahasa Yunani yang berarti “dengan garis”. Hal ini dilakukan oleh Romawi sebagai bangsa yang pertama dalam mengimplementasikan konsep pencatatan kepemilikan tanah. Kemudian, di berbagai negara, istilah *Cadastre* (kadaster) merujuk pada peta dan pendaftaran tanah milik.

Disepanjang sejarah, pembuatan peta selalu dikaitkan dengan biaya atau pajak. Baik itu biaya atau potensi pajak yang dapat ditarik dari persil-persil tanah

milik yang digambarkan diatas awal juga mencakup pajak yang diberlakukan oleh raja atau kaisar untuk membiayai kebutuhan operasi militer pada masanya. Pola-pola langsung ini telah mencakup dasar-dasar sistem-sistem perpajakan pada saat ini yang juga mencakup pajak pendapatan, tanah milik, dan pajak-pajak terhadap barang-barang lainnya. Baik bangsa Mesir kuno maupun Romawi telah memberlakukan pajak tanah milik. Oleh karena itu, dikedua bangsa ini, pencatatan tanah milik merupakan aktivitas yang telah disistematikkan sejak lama untuk menaksir potensi pendapatan dari sektor pajak.

Kebanyakan peta-peta pertama digambarkan untuk membantu pelayaran komersial. Peta-peta tersebut menggambarkan garis-garis pantai dengan teliti. Posisi-posisi pelabuhan ditempatkan pada tempat yang tepat. Walaupun demikian, interior pantai masih belum digambarkan secara detil dan digambarkan terpisah dengan rute-rute karavan dan perdagangan penting.

Sementara itu, bangsa arab islam memimpin dalam dunia Geografi dan Kartografi pada abad pertengahan. pada masa itu, banyak karya besar bangsa Yunani telah diterjemahkan kedalam bahasa arab hingga para geografnya dapat mengembangkan lebih lanjut karya-karya geograf Yunani. Agama Islam sejak awal abad ke 7 telah menyebar ke Afrika utara, eropa bagian baratdaya (spanyol) dan timur tengah. Dengan demikian, informasi mengenai wilayah-wilayah yang baru ini beserta seluk beluk kehidupan penduduknya banyak terkumpul. Dengan cara ini, pengetahuan yang telah ditekuni oleh Aristoteles dapat tersebar hingga Cordoba, Bagdad, dan Toledo.

Geograf bangsa arab menghargai penemuan ptolemaeus yang berupa garis meridian pertama yang melewati kepulauan Kanari (Fortuna). Mereka hitung kembali panjang satu derajat busur hingga memperoleh hasil yang teliti. Hasil hitungan ini kemudian membuktikan bahwa penggambaran Meridian oleh Ptolemaeus jauh lebih panjang dari yang sebenarnya. Selain itu, para geograf islam telah merekonstruksi globe langit dan mempelajari masalah-masalah proyeksi peta. Dan berkat Aktivitas pelayaran orang-orang Arab kemana-mana, para geografnya pada abad ke 10 seperti Al-Istakhri, ibnu Haukal, dan Al-Masudi, dapat melengkapi perbendaharaan dunia geografinya dengan daerah-daerah baru

seperti Madagaskar, india, sailan, cina, korea, dan jepang. Begitu terkenal mereka sehingga raja Sicilia-pun. Roger II, pada 1154 menggunakan salah seorang geograf bangsa Arab Islam ini, Idrisi, sebagai penasihat dan pengajar di istananya. Tokoh ini mengajarkan ilmu Falak, pertambangan, Kartografi, dan ilmu-ilmu lainnya.

Sementara pada saat itu, dunia per-kartografi-an Eropa tenggelam bersama dengan keruntuhan Kaisar Romawi. Baru kemudian Abad ke 15 ilmu Kartografi hidup kembali di Eropa dan karya besar Claudius Ptolemaeus, *Geographia*, diterjemahkan dalam bahasa latin yang kemudian terkenal. Walaupun terkadang ilmu Kartografi tidak dianggap penting, di hampir semua negara aktivitas-aktivitas pendaftaran atau pencatatan informasi tanah milik tumbuh dengan pesat. Contoh terbaik yang telah diketahui adalah Domesday Book yang mencatat data kepemilikan tanah di Inggris yang dikompilasi pada 1086. data ini mencakup spesifikasi-spesifikasi tanah milik beserta nilai-nilainya, jumlah penduduk, cadangan bahan pangan, pendapatan dan pajaknya.

Perjalanan eksplorasi marcopolo, columbus, vasco da gama dan hasil-hasil lainnya dalam ekspansi di bidang perdagangan, kemudian, juga turut membantu dalam membangun peta-peta laut dan garis pantai yang sebelumnya tidak terpetakan. Sejak penemuan daerah-daerah baru yang berpotensi dalam perdagangan oleh negara-negara eropa, kebutuhan-kebutuhan mengenai reformasi geografi makin meningkat. Pengembangan-pengembangan perlengkapan perang, seperti meriam artileri, menyebabkan peta-peta menjadi penting di dalam operasi-operasi militer. Maka hal ini pula yang menyebabkan agen-agen dan institusi militer menjadi yang terdepan dalam pembuatan peta. Di banyak negara, pembuat peta dari kalangan militer bertanggung jawab terhadap peredaran peta-peta yang ada, sipil dan militer, baik peta-peta topografi darat maupun peta-peta navigasi (*chart*). Kecendrungan ini masih berbekas hingga saat ini: di banyak negara agen-agen peta, terutama agen peta laut (*chart*), berkarakteristik militer. Sebagai contoh, agen resmi pembuat peta inggris dan irlandia adalah agen survey perlengkapan perang (*ordnance survey*).

Hingga abad ke-12, informasi geografi sebagian besar digunakan pada bidang perdagangan dan eksplorasi baik di darat maupun laut, dan untuk pengumpulan pajak dan operasi-operasi militer. Kebutuhan-kebutuhan baru kemudian muncul sebagai bagian dari langkah-langkah evolusi infrastruktur seperti jalan raya, jalan kereta api, dan jalur telepon dan telegram, saluran pipa gas, dan air bersih. Perencanaan fasilitas-fasilitas ini memerlukan informasi permukaan tanah di luar dan telah disediakan secara umum. Sehubungan dengan hal tersebut, akurasi penggambaran posisi-posisi kota, danau, sungai, gunung, dan lembah menjadi sangat penting. Informasi detil topografi ini diperlukan untuk perencanaan jalan kereta api dan kelas-kelas jalan. Kemudian, sebagaimana pada saat ini, dasar-dasar pemetaan dan kartografi menjadi tantangan utama. Maka peta-peta yang memperlihatkan informasi jenis tanah (*soil*), kualitas, lokasi, dan lapisan tanah (*bedrock*) menjadi sangat penting. Peta-peta menjadi penting dan umum bersama dengan pesatnya kemajuan di dunia perencanaan. Sebagai contoh, peta geologi pertama kota paris telah di kompilasi pada 1811. sementara pada 1888, seri peta jalan kereta api di irlandia berhasil di kompilasi. Hasil kompilasi ini dianggap sebagai sistem informasi geografis manual yang pertama.

Pengembangan infrastruktur sangat bergantung pada faktor-faktor sosial ekonomi. Hak-hak pemilik tanah sangat mencerminkan hal ini karena konstruksi jalan raya dan jala kereta api sering mengharuskan pembebasan tanah-tanah rakyat. Ini semua memerlukan biaya. Karena itu, aplikasi-aplikasi baru bermunculan untuk peta-peta dan pencatatan tanah milik (pendaftaran tanah).

Seiring dengan berkembangnya suatu kota dan meningkat kompleksitasnya, perencanaan kota yang akurat menjadi keharusan. Banyak negara mulai mengkompilasi informasi statistik yang berkaitan dengan perencanaan kota di awal abad ke-19. sebelum 1825, Departemen Statistik di Inggris telah mengumpulkan data-data statistik kependudukan.

Di benua eropa (tanpa Inggris), kepemilikan tanah di desa menjadi kendala di bidang pertanian yang efektif. Banyak persil-persil tanah subur pertanian menjadi terpecah dalam kelompok-kelompok kecil karena sebagian besar telah berubah fungsi menjadi tempat tinggal. Pada beberapa kasus, seorang dapat

memiliki lahan yang terdiri dari ratusan persil-persil kecil yang tersebar di suatu desa kadang-kadang, kepemilikan hak atas tanah dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu : kelompok pertama memiliki hak atas tanah yang memproduksi hasil hutan (perkayuan), kelompok kedua memiliki hak atas tanah untuk pengembalaan ternak, kelompok tiga memiliki hak atas tanah yang digunakan untuk berburu dan sebagainya. Karena itu, pemetaan persil-persil tanah milik pada akhir abad ke-19 dimaksudkan untuk menertibkan masalah pertanian ini dan mencegahnya dari kekacauan. Dengan merujuk pada data pencatatan yang ada, berbagai persil tanah dikumpulkan kedalam hak-hak milik yang lebih mudah dikelola. Batas-batas kepemilikan dikonsolidasikan dan dipertegas, penagihan pajak diperketat.

Penggunaan foto udara mempercepat kemajuan pembuatan peta. Foto udara yang pertama telah digunakan untuk pembuatan peta ini, dan instrumen pertama yang digunakan untuk pembuatan peta (dari foto udara) telah ditemukan pada 1909. Fotogrametri, teknik pengukuran dan pengamatan data geografi dengan menggunakan foto udara, dikembangkan dengan pesat sejak 1920-an hingga 1930-an, dan dua kali perang dunia juga turut mempercepat pengembangannya. Setelah perang dunia ke-2, fotogrametri digunakan secara luas di dalam pembuatan peta, kebanyakan untuk peta-peta yang berskala 1:500 hingga 1:50.000. tidak itu saja, foto udara juga menjadi sumber informasi kuantitatif yang sangat penting di dalam evaluasi unsur geologi dan vegetasi.

2.2. Pemrosesan Informasi Geografis Otomatis Pertama

Walaupun Baise pascal sangat dihormati karena penemuan mesin hitung pertama pada 1642, data dengan jumlah besar baru pertama kali diproses secara otomatis pada 1890, ketika perangkat pentabulasi hollerith digunakan didalam proses kompilasi data sensus di Amerika Serikat [Bern 92]. Pada perangkat hollerith pertama ini, data sensus dimasukkan kedalam *punch card* (kartu berlubang) yang kemudian dibaca secara elektronik untuk di kompilasi didalam register yang terpisah. Didalam 50 tahun pertama abad ke-20, pengembangan berbagai variasi mekanisme mesin hollerith telah dilakukan. Pada masa ini,

pemrosesan data dengan menggunakan *punch card* menjadi industri tersendiri. Selama perang dunia kedua, pemrosesan data mengalami kemajuan lebih pesat lagi, terutama untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan militer dalam memprediksi trayektori-trayektori balistik. Salah satu komputer yang terkenal, ENIAC (*Electronic numerical integrator dan calculator*), dibuat dengan tujuan (utama) ini. Setelah perang duni berakhir, pengembangan komputer terus dilanjutkan hingga akhirnya pada 1953 IBM berhasil mengembangkan komputer model 650. lebih dari 100 komputer diproduksi pada saat itu jumlah yang fantastis untuk saat itu. Pada saat ini ENIAC, Whirlwind, IBM 650, beserta komputer Elektronik sebelumnya dikenal sebagai komputer generasi pertama. Semua komputer generasi pertama memiliki kelemahan umum yang sama: komputer-komputer tersebut menggunakan tabung atau katup hampa yang memberikan radiasi panas yang besar dan berumur pendek. Kelemahan ini menyebabkan terbatasnya aplikasi-aplikasi yang dapat ditangani. Satu komputer memiliki 25.000 tabung hampa yang terbakar. Walaupun dengan jumlah yang besar. Pada 1952, semua data statistik pemerintahan Amerika Serikat telah diproses oleh Komputer elektronik.

Pada Akhir 1950-an hingga awal 1960-an, komputer generasi kedua menggunakan transistor. Tiba-tiba, komputer siap digunakan untuk bidang-bidang luar agen-agen pemerintah. Kemudian para ahli Meteorologi, Geologi, dan Geofisika mulai menggunakan perangkat elektronik pembuat peta ini. Pada awalnya, kualitasnya buruk karena mesin-mesin gambar otomatis belum dikembangkan dengan baik pada saat itu.

Setelah penggunaan komputer generasi kedua tersebar, model-model teoritis telah berevolusi untuk menggunakan data statistik. Kemudian, seperti telah terjadi pada saat ini, pengambilan keputusan baik di institusi swasta maupun dikalangan pemerintahan sering didasarkan pada analisa-analisa berbagai kelas data Geografi. Data statistik ini juga mencakup *demographic trends*, variasi *cost of-living*, distribusi sumberdaya alam, kekayaan dan kepentingan sosial, dan demografi tenaga pekerja. Diawal 1960-an, potensi komputer elektronik telah dikenal di Kanada dan Amerika serikat. Pada 1963, sistem informasi Geografis

Kanada (CGIS: *Canadian Geographic Information Sistem*) mulai beroperasi dan kemudian menjadi SIG sesungguhnya yang pertama didunia. Dua tahun kemudian, di Amerika Serikat, sistem serupa (MIDAS) juga mulai digunakan untuk memproses data-data sumberdaya alam.

Jumlah kebutuhan data Geografi yang handal menjadi berlipat sesuai dengan pengembangan dan penambahan panjang jalan raya, jalan kereta api, jaringan telekomunikasi dan saluran air kotor, pelabuhan udara, listrik, suplai air bersih, dan pelayanan penting lainnya yang sangat vital bagi infrastruktur daerah perkotaan. Informasi permukaan tanah diatas peta, pada saat ini, menjadi vital bagi alat perencanaan, dari tingkat konseptual pertama hingga akhir, 'mengikat' perencanaan secara legal. Dan juga aktivitas pengembangan jaringan jalan raya yang sedang berkembang mengharuskan dilakukannya analisa-analisa ekstensif mengenai pola-pola transportasi yang ada. Sejak pertengahan 1950-an, komputer telah digunakan Amerika Serikat untuk mensimulasikan arus lalu lintas dalam kaitannya dengan masalah penyebaran penduduk.

Sehubungan dengan pengembangan infrastruktur ini, sering terjadi konflik-konflik kepentingan antara pihak-pihak pengembang (*developers*) dengan LSM pendukung pelestarian lingkungan dan sumber daya alam, atau antara pemerintahan daerah, perencana-perencana regional, dan masyarakat setempat. Hampir semua negara memiliki aturan dan hukum yang mengatur masalah ini undang-undang perencanaan dan bangunan, hukum-hukum perlindungan lingkungan dan bangunan-bangunan sejarah, dan sejenisnya. Pelaksanaan hukum-hukum ini memerlukan pandangan (*view*) keseluruhan yang lengkap mengenai kepemilikan tanah-tanahnya. Banyak Negara mulai melakukan komputersasi pendaftaran tanahnya di pertengahan 1970-an. Sebagai contoh, Norwegia mulai melaksanakan aktivitas kompilasi pendaftaran tanah nasional yang terkomputerisasi pada 1976. sistem ini baru beroperasi secara penuh pada akhir 1980-an.

2.3. Komputer dan Pengembangan SIG

pada tahun 1960-an hingga awal 1970-an, setelah dikembangkan IC (*Integrated Circuit*) hingga kecepatan proses hitungan computer jauh meninggalkan generasi sebelumnya. Akibatnya, lahirlah computer generasi ketiga yang membawa komputerisasi menuju kesemua disiplin profesional yang sebenarnya, khususnya yang memerlukan pemrosesan data dengan jumlah yang besar.

Tetapi terobosannya yang sebenarnya baru muncul pada 1971-1972 dengan dikembangkannya pemroses mikro (*microprocessor*). Pada 1947, pemroses mikro ini telah digunakan untuk membangun computer *desktop* generasi keempat yang pertama. Tujuh tahun kemudian, computer *desktop* pertama yang berbasiskan pemroses mikro telah diluncurkan sebagai PC (*personal computer*). Sebelum pertengahan 1980-an, bidang computer terbagi kedalam tiga kelompok menurut ukurannya: *main frames* (turunan asli dari computer besar yang ditujukan untuk pemrosesan data dan tugas-tugas hitungan), PC, dan *mini computer* yang lebih kecil dari *main frames* semakin baik walaupun, secara fisik ukurannya semakin kecil. Kecenderungan ini terlihat dengan jelas pada PC yang dibuat beberapa tahun sebelumnya. Kemajuan PC ini menjadi sinyal 'kematian' untuk *mini computer*.

Pada tahun 1970-an hingga 1980-an, berbagai sistem telah berevolusi untuk menggantikan komputasi kartografi manual. Sistem produksi banyak tersedia diakhir 1970-an dan pengembangan sistem ini dilanjutkan hingga 1980-an. Walaupun demikian, diawal 1990-an, pendekatan yang sempurna terhadap beberapa tugas-tugas kartografi masih belum ditemukan, penelitian dan pengembangan kartografi yang terkomputerisasi masih menjadi tantangan yang berkelanjutan.

Penyebaran PC memacu operasi-operasi *user-friendly* dan program-program yang mampu dalam memproses pekerjaan-pekerjaan yang sebelumnya tak terbayangkan. Sebagai missal, dengan munculnya pemikiran hubungan logika didalam data Geografi. Selain itu, peningkatan kapasitas kemampuan hitungan

pemroses mikro mengakibatkan maraknya pemrosesan citra digital satelit dan citra-citra raster lainnya secara komersial pada pertengahan 1980-an.

Sistem-sistem perangkat lunak telah dikembangkan dengan cepat. Sistem-sistem basis data relasional, seperti dBase dan Oracle yang pertama kali muncul pada akhir 1980-an, sangat berguna didalam pemrosesan data geografi. Pada saat ini, basisdata-basisdata relasional yang tersedia secara rutin digunakan didalam sistem SIG. pada tahun yang sama, kemampuan komputasi pemrosesan mikro telah diadopsi untuk berbagai perangkat: mulai dari perangkat bantu rumah tangga, mesin-mesin mobil, hingga penggunaannya didalam SIG. bagi pengguna SIG, pemroses mikro telah meningkatkan kemampuan perangkat-perangkat:

1. peralatan survey
2. GPS (*global positioning system*)
3. digitizer
4. satelit penginderaan jauh
5. sistem-sistem presentasi data: monitor grafik, *plotter* elektrostatik, dan *printer* laser.

Pada saat ini, di beberapa sistem informasi, isu-isu kuncinya adalah bagaimana cara membuat dan meng-*update* informasi, bagaimana mengorganisasikan dan menyimpan informasi, dan bagaimana memanggil dan menganalisa informasi kebutuhan dalam mengelola informasi spesial secara efisien telah lama muncul sebelum kelahiran komputer digital. Pada sistem informasi geografis tradisional (peta), digunakan prosedur-prosedur manual untuk membuat dan mengelola sistem.

Prosedur produksi basisdata secara manual membuat peta-peta diatas *scribe coats*, kertas, *film*, dan *hard copy* lainnya. Proses ini dijalankan lambat, dan media penyimpanan relatif besar dan kebanyakan kurang stabil. Proses pemanggilan dan analisis informasi spesial kemungkinan besar menjadi masalah utama yang selalu dijumpai pada penggunaan sistem konvensional. Pemanggilan biasanya dilakukan dengan cara pencarian secara visual, suatu proses yang tidak efisien dan tidak dapat diandalkan. Proses ini kemudian ditingkatkan dengan peng-indeks-an unsur-unsur (*features*) peta, meneliti rujukan (*cross-reference*)

masing-masing unsur dan lembar-lembar peta, dan melibatkan sistem file yang kompleks. Kompleksitas masalah analisis hampir selalu tidak dapat diatasi untuk aplikasi yang rumit. Bahkan pada aplikasi-aplikasi yang sederhana, seperti menghitung panjang suatu segmen-segmen garis yang membentuk sungai atau luas suatu poligon provinsi, jumlah tenaga kerja yang dilibatkan terkadang menjadi kendala. Untuk aplikasi-aplikasi lain, seperti mencari semua area yang memiliki kepadatan penduduk 1000 jiwa per kilometer persegi dengan curah hujan dibawah 100 mm pertahun, kadang-kadang diperlukan usaha yang sebanding dengan pembuatan peta yang baru.

Ketika penggunaan komputer di dalam aplikasi-aplikasi geometrik memungkinkan, masalah-masalah diatas dapat diatasi oleh sistem informasi spasial yang berbasis teknologi digital. Masalah-masalah pembuatan data spasial, *update*, pemanggilan, dan analisa juga dapat ditangani dengan mudah oleh teknologi yang sama.

Masalah pembuatan dan penampilan peta dengan menggunakan komputer serupa dengan penggambaran dan pengeplotan gambar rekayasa (*drafting* dan *drawing*). Masalah ini mulai menemui titik terangnya pada saat kemunculan komputer grafik pertama Whirlwind I oleh Universitas MIT pada tahun 1955. komputer ini memiliki sebuah CRT yang berkemampuan secara interaktif menggambar garis. Pada tahun 1962, Ivan Sutherland merancang sebuah Sketchpad, sistem penggambaran garis untuk para juru gambar dengan menggunakan CRT dan Lightpen. Sebelum tahun 1963, lab penelitian perusahaan general motor membuat sistem perancangan *auto parts* berbasis komputer yang pertama dengan menggunakan perangkat DAC/I (*design augmented by computer*). Sejak saat ini, kelayakan sistem CAD telah terbukti, dan popularitas sistem inipun dibantu kemunculan oleh terminal grafik 4010 produk tektronix diakhir 1960-an.

Sebagian besar masalah SIG adalah masalah sekitar geografi. Penggunaan komputasi geometri (atau geometri numerik) yang telah tersebar ini belum disadari sampai pada 1940-an, walaupun prinsip-prinsipnya dapat ditelusuri hingga jaman Archimedes. Penelitian awal mengenai geometri komputasi baru

dikonsentrasikan pada pendefinisian kurva-kurva permukaan (*surfaces*) hasil yang dapat diacatat adalah *cubic splines* (sekitar 1948) dan *bi-cubic surfaces* (sekitar 1963). Sementara pencarian representasi matematis yang lebih baik untuk obyek-obyek geometri masih berlangsung dengan sangat aktif, kebutuhan untuk merancang algoritma untuk operasi-operasi geometrik seperti interseksi telah direalisasikan.

Seperti telah disinggung dimuka, dari sejarah pengembangan, SIG didukung oleh berbagai disiplin ilmu yang saling terkait erat. Gambar 2.1 diatas memberikan ilustrasi mengenai hubungan antara SIG dengan bidang-bidang yang menjadi pendukungnya.

2.4 Pengembangan SIG di Lingkungan Akademik

2.4.1 Universitas Harvard, Amerika Serikat

Walaupun pengembangan SIG dimulai dilingkungan pemerintahan seperti halnya CGIS dan MIDAS, kecepatan pengembangan SIG juga sangat ditunjang oleh sumberdaya yang bergerak dilingkungan Akademik (kampus). Sebagai contoh adalah Universitas Harvard yang memiliki lab. Komputer grafik dan analisis spesial. Lab ini didirikan pada pertengahan 1960-an dengan tujuan semula untuk mengembangkan perangkat lunak pemetaan multiguna. Sudah banyak perangkat lunak dari lab. Ini yang didistribusikan ke seluruh dunia untuk membantu pengembangan aplikasi-aplikasi yang berbasis SIG. karena itu, lab. Harvard ini juga turut mempengaruhi pengembangan SIG hingga akhir 1980-an, dan masih berlanjut hingga saat ini untuk skala yang lebih kecil. Sampai saat ini, sudah banyak pakar SIG yang lahir dan memulai karirnya dalam lab. Universitas Harvard ini.

Produk pertama lab. Harvard adalah SYMAP (*synagraphic mapping*) yang dikembangkan pada tahun 1964. perangkat lunak ini merupakan paket pemetaan multiguna yang menghasilkan output pada alat pencetak sederhana (*line printer*). Hasil cetakannya berkualitas, pada saat itu, masih buruk dan kasar. Fungsi-fungsinya terbatas tetapi sangat memudahkan dalam pembuatan peta-peta untuk seorang non-kartographer sekalipun. Pada saat itu, perangkat lunak ini merupakan

demonstrasi nyata pertama kemampuan komputer dalam produksi peta. Produk lab. Harvard yang kedua adalah CALFORM yang selesai dikembangkan pada akhir 1960-an. Perangkat lunak ini persis SYMAP dengan kelebihan pada kemampuannya dalam pencetakan dengan menggunakan *plotter*. pada CALFORM pengguna terhindar dari proses pengulangan pengkodean batas-batas internal dalam pemasukan tabel yang berisi informasi posisi titik-titik ditambah dengan sejumlah poligon yang didefinisikan oleh sejumlah nomor-nomor pengenalan (ID) titik. Selain itu, CALFORM memiliki aspek-aspek kosmetik yang lebih baik dari SYMAP – sudah mencakup simbol arah utara berikut legendanya produk lab. Harvard yang ketiga adalah SYMVU yang selesai dikembangkan pada akhir 1960-an, hampir bersamaan dengan CALFORM. Perangkat lunak ini persis SYMAP dan CALFORM dengan kelebihan pada tampilan perspektif tiga dimensi – tampilan data spasial dalam bentuk baru yang pertama di komputer. Produk yang keempat adalah GRID yang selesai dikembangkan pada akhir 1960-an, tidak lama setelah CALFORM dan SYMVU. Perangkat ini mampu menampilkan piksel-piksel raster dengan menggunakan teknik-teknik output yang sama dengan perangkat lunak sebelumnya. Selain itu, perangkat ini pun mampu menampilkan beberapa *layer* raster secara simultan—era GIS raster telah dimulai, dan digunakan untuk mengimplementasikan ide-ide *overlay* tema-tema yang ada di permukaan bumi. Produk-produk berikutnya adalah POLYVRT dan ODYSSEY yang selesai dikembangkan pada awal hingga pertengahan 1970-an. Produk-produk ini mirip dengan produk sebelumnya dengan kelebihan kemampuan dalam konversi format peta digital, fleksibilitas, efisiensi, dan penghapusan *sliver*.

2.4.2. ITC, Belanda

perangkat lunak SIG yang dikembangkan dari kampus berikutnya adalah ILWIS—*Integrated land and water information system*. Pada perayaan ulang tahun ITC desember 1985, Allard Meijerink menampilkan sebuah riset baru ITC. Riset baru tersebut adalah sistem informasi geografis untuk penentuan zone-zone penggunaan tanah (*landuse*) dan manajemen pemanfaatan sumberdaya air. Di akhir 1985, ITC diberi pinjaman lunak oleh pemerintahan Belanda untuk

mengembangkan aktivitas-aktivitas penelitian di negara berkembang seperti Indonesia dengan menggunakan perangkat ini.

ILWIS menggabungkan kemampuan pengolahan citra, basisdata, dan beberapa karakteristik SIG konvensional. Konsep sistem ini mengasumsikan bahwa tidak semua pengguna sudah mahir dan sering menggunakan komputer hingga semua operasi ditampilkan melalui menu-menunya yang memungkinkan pemakai berkonsentrasi pada aplikasi yang diinginkan. Akuisisi data dari citra satelit adalah bagian terintegrasi dari sistem. Program-program konversi datanya memungkinkan penggunaan data penginderaan jauh, peta raster dan vektor, dan data atribut yang dikemas dalam tabel-tabel. Data spasial analog ditransformasikan kedalam bentuk vektor digital dengan menggunakan program digitasi dan *digitizer*.

2.4.3. *Universita Clark, Amerika Serikat*

Perangkat lunak SIG yang dikembangkan oleh kampus selanjutnya adalah IDRISI. Perangkat ini merupakan sistem pemrosesan citra digital dan informasi geografis yang berbasis grid (*raster*) yang dikembangkan oleh Universitas Clark, Amerika Serikat. IDRISI dirancang untuk menyediakan alat-alat bantu (*tools*) untuk penelitian geografi secara profesional dengan biaya murah dan non-profit. Sejak diluncurkannya produk pertama pada tahun 1987,

IDRISI telah menjadi sistem GIS raster terbesar dan murah yang tersedia dipasaran. Perangkat ini digunakan dilebih dari 80 negara didunia dengan jenis aplikasi dan institusi yang berbeda – mulai dari pemerintahan, perencana lokal, manajemen sumberdaya alam, dan sebagainya. Pada saat ini, IDRISI dikembangkan sebagai suatu proyek yang mempertahankan anggota tetap (staf) dan perencanaan pengembangan jangka panjang. Proyek ini dikerjakan di Universitas Clark sebagai proyek non-profit dan tetap mempertahankan hubungan baik dengan UNITAR (*United Nations Institute For Training and Research*) dan UNEP/GRID (*United Nations Environment Programme / Global Resource Informasi Database*). Kedua institusi yang terakhir ini sangat membantu pengembangan IDRISI.

IDRISI tidak merupakan program tunggal, tetapi terdiri lebih dari 100 modul program yang dapat dipanggil dan di integrasi oleh sistem menunya. Modul-modul program ini dapat dibedakan kedalam tiga kelompok besar: modul inti, modul analitik, dan modul *peripheral*. Modul inti menyediakan fungsi-fungsi dasar untuk masukan, penyimpanan, manajemen dan tampilan citra-citra raster. Modul analitik menyediakan fungsi-fungsi untuk analisis data citra raster. Sedangkan modul *peripheral* menyediakan fungsi-fungsi konversi dan pertukaran data antara IDRISI dengan perangkat-parangkat SIG yang lain.

2.5. Pengembangan SIG di Lingkungan Prusahaan

Pada saat ini pengembangan perangkat SIG justru didominasi oleh kalangan perusahaan swasta (*vendor*) yang berbadan hukum (*corporate*) – *profit oriented*. Mereka merekrut tenaga ahli dan pegawai-pegawai dari kampus dan mencari peluang bagi produk-produknya baik di institusi-institusi swasta sendiri maupun pemerintahan. Jumlah perusahaan pengembangan perangkat SIG ini makin hari makin meningkat mulai dari tingkat *software house* yang relatif kecil hingga perusahaan besar.

2.5.1. ESRI Inc.

Salah satu perusahaan yang menghasilkan produk perangkat SIG yang handal dan terkenal adalah ESRI (*Environment Systems Research institute*) yang didirikan oleh Jack Dangermond dan Laura Dangermond pada 1969. Menurut para analisis industri komputer di Datatech, Inc. Cambridge, Massachusetts, ESRI telah menjadi *provider* yang terdepan dalam perangkat lunak SIG. dengan pendapatan, pada 1998, sekitar 278 juta US\$ dari 1 milyar US\$ potensi keseluruhan pasar perangkat SIG dunia, ESRI menjadi perusahaan yang paling dominan pada Juni 1999, majalah perangkat lunak di Amerika telah meletakkan ESRI pada urutan ke 49 dari 500 *provider* perangkat lunak SIG terbesar dunia yang dicapai pada 1998.

Pada awalnya, ESRI menggunakan teknik dan ide-ide yang pernah dikembangkan di lab. Universitas Harvard dan memasukkan banyak *features* dari CGIS Kanada, selain teknik-teknik yang dikembangkan sendiri.

Pada 1981 ESRI telah me-*release* ARC/INFO. Perangkat ini sukses mengimplementasikan ide pemisahan data atribut dan informasi spasial sebagaimana telah dilakukan oleh perangkat pendahulunya, CGIS dari Kanada. Selain itu, standar (INFO) dengan perangkat lunak khusus yang digunakan untuk menangani objek-objek yang disimpan sebagai data spasial (ARC). Pada saat ini, ARC/INFO telah mendukung beberapa *platform* sekaligus dan tersedia untuk berbagai sistem operasi. Pada 1986, mulai dikembangkan versi ARC/INFO untuk PC. Karena banyak PC yang terbesar dan perangkat ini cukup handal (terutama dalam analisis-analisis spasial yang melibatkan topologi seperti *overlay* dan *network*), ARC/Info makin terkenal keseluruh dunia.

Pada 1991, ESRI mengembangkan ArcView untuk digunakan dikomputer *desktop*. ArcView memiliki tampilan yang lebih menarik, interaktif, memiliki tingkat kemudahan yang tinggi hingga lebih terkenal dan sering digunakan dewasa ini. Hampir semua pengguna aplikasi SIG mengenal ArcView. Demikian banyaknya pengguna ArcView, hingga ESRI lebih giat lagi dalam mengembangkannya. Pada saat ini Arcview telah dikembangkan lebih lanjut hingga mencapai bidang-bidang yang sebelumnya tak terbayangkan. Pengembangan ArcView lanjut ini banyak disediakan dalam bentuk modul-modul tambahan atau *extention* untuk kebutuhan-kebutuhan aplikasi-aplikasi khusus. Modul-modul tersebut diantaranya adalah:

1. **Image Analyst** : berkemampuan dalam memanggil (akses data standard industri dan *utility* konversi data citra), menampilkan (tampilan interaktif yang cepat), memanipulasi (perbaikan warna, perbaikan spektral, dan pengelompokkan multispektral), dan menganalisis (pemetaan tingkat kehijauan vegetasi dan deteksi batas citra) data spasial dalam bentuk citra digital sekaligus mengintegrasikan kedalam basisdata SIG.

2. 3D Analyst

: yang memiliki kemampuan-kemampuan dalam membuat kontur 3 dimensi, mengintegrasikan data dari perangkat lunak sistem CAD, melakukan analisis statistik 3 dimensi, membuat model permukaan 3 dimensi dari data-data atribut, melakukan pemodelan unsur-unsur permukaan bumi sebenarnya seperti bangunan, sungai, lembah, gunung, dan sebagainya, melakukan *overlay* tampilan 3 dimensi dengan peta tematik atau citra tertentu.

3. Business Analyst

: dirancang untuk memberikan solusi-solusi bisnis yang profesional. Modul ini menyediakan fungsi-fungsi analisis yang rumit melalui antarmuka (*interfance*) yang berbasis dialog (*wizard*). Dengan modul ini pengguna dapat melakukan pemodelan bisnisnya untuk mendapatkan solusi-solusi *cost effective* dalam bentuk laporan tabel, grafik, dan peta.

4. Network Analyst

: yang memungkinkan pengguna untuk mendapatkan solusi-solusi dari berbagai masalah *network* di dalam SIG. masalah-masalah *network* tersebut diantaranya adalah penentuan lintasan terdekat, pemilihan rute yang paling optimum, penentuan lokasi terdekat, dan sebagainya.

5. Tracking Analyst

: dirancang untuk organisasi-organisasi yang memonitor objek-objek atau fenomena yang bergerak atau berubah sesuai dengan perubahan waktu. Modul ini menangkap dan menampilkan data secara real time atau menampilkan kembali (*playback*) data-data yang lalu. Data-data yang akan ditampilkan, diberi simbol dan warna tertentu berdasarkan atribut, waktu, dan posisinya. Contoh-contoh populer dari penggunaan modul *emergency management*, *delivery tracking*,

airplane tracking, wildlife monitoring monitoring cuaca, tracking aset militer, monitoring jaringan pipa atau jaringan telekomunikasi, dan sebagainya.

6. Internet Map Server : merupakan modul yang digunakan untuk mempublikasi peta-peta dinamik melalui internet dengan menggunakan ArcView standard.


7. Modul-modul lainnya : merupakan modul-modul tambahan diatas, masih terdapat modul-modul lainnya yang dikembangkan oleh ESRI, diantaranya adalah ArcCAD, SDE, dan MapObjects.

2.5.2. MapInfo Corp.

Mapinfo corp. mulai mengembangkan perangkat SIG MapInfo pada 1986. sejak awal, produk pertamanya ditujukan untuk komputer *desktop* atau PC dengan DOS sebagai sistem operasinya. Dengan demikian, produk mapinfo juga tersebar keseluruh dunia bersama dengan penyebaran PC dan sistem operasinya. MapInfo cukup diminati dikalangan pengguna SIG karena memiliki karakteristik-karakteristik yang menarik seperti mudah digunakan, harga yang relatif murah, tampilan yang interaktif dan menarik, *user-friendly*, dan dapat di-*cutomized* dengan menggunakan bahasa skrip yang dimilikinya.

Pada saat ini kemampuan MapInfo telah mengalami peningkatan yang sangat pesat hingga memiliki kemampuan-kemampuan (*features*) sebagai berikut:

1. **Local & remote Data Acces** : dapat mengakses dan mengelola basisdata yang dituliskan dalam format selain Mapinfo seperti Ms. Acces, dapat berhubungan dengan *driver* ODBC untuk berhubungan dengan basisdata lain seperti Db/2, informix, ingres, Ms. SQL Server, Oracle, dan sebagainya.
2. **Geocoding** : melakukan *geocoding* terhadap alamat jalan, kode pos, dan *features* lainnya.

- 
3. **Map Creation and Editing** : mendijitasi peta vektor, mengedit hasil dijitasi, menampilkan data raster citra.
4. **Visualisasi Data** : memanipulasi tampilan hingga lebih menarik dan sesuai dengan keinginan pengguna dengan menyediakan fungsi-fungsi *zoom in*, *zoom out*, *zoom extent*, *shading*, dan tampilan grafik (*chart*).
5. **Kemampuan Analisis** : mendapatkan informasi dari objek yang dipilih, membuat *Zone buffer* suatu objek, memungkinkan operasi *overlay polygon*, penggunaan operator-operator *query* basisdata relasional, penggunaan fungsi-fungsi statistik, manajemen basisdata, dan kemampuan analisis lainnya.
6. **Otomasi OLE** : memungkinkan untuk mendapatkan output MapInfo kedalam aplikasi lain dan kemampuan mengaktifkan MapInfo dari aplikasi lainnya.
7. **Koneksi Ke Internet** : aplikasi yang dibuat dengan MapInfo, pada saat ini, dapat ditampilkan dan diakses melalui jaringan Internet (*www*).

Seperti halnya ESRI dan trend *vendor* GIS lainnya pada saat ini, MapInfo menjual modul tambahan (*extention*) secara terpisah. Modul-modul tersebut diantaranya adalah MapBasic (bahasa skrip untuk mengoptimalkan unjuk kerja aplikasi SIG yang menggunakan MapInfo), MapX (komponen perangkat lunak yang diintegrasikan dengan salah satu bahasa pemrograman komputer untuk membangun aplikasi SIG yang berkemampuan setara dengan MapInfo), MapXTreme (MapX untuk aplikasi SIG yang terkoneksi dengan jaringan internet) dan sebagainya.

2.6. Perkembangan Perangkat SIG saat ini

Masih banyak pihak-pihak yang mengembangkan perangkat SIG hingga saat ini. Apalagi jumlah dan variasi dari produk-produknya. Tulisan ini hanya menyebutkan sebagian kecil pihak pengembangan dari kalangan pemerintahan, akademik, dan perusahaan swasta. Walaupun demikian, ada beberapa produk SIG lain yang juga sering disebut dan digunakan, yaitu: ER Mapper, ERDAS, Spans GIS, MGE dariIntegraph, dan sebagainya.

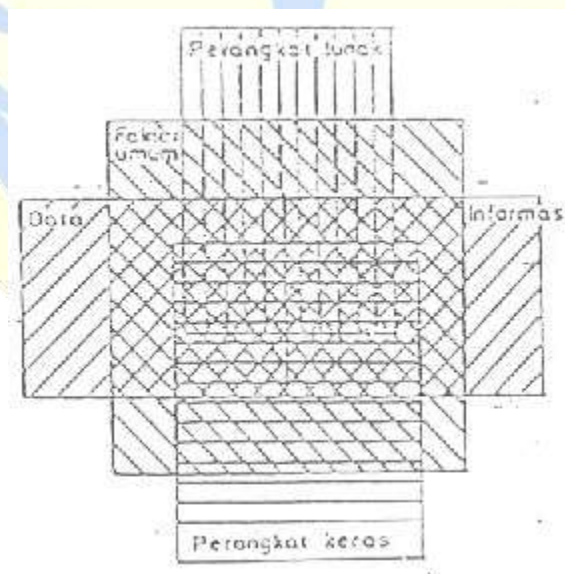
Dengan membanjirnya produk-produk SIG ini, para calon pengguna makin tidak mudah memilih. Masing-masing menjanjikan kemudahan dan keunggulan sendiri dengan harga yang cenderung menurun dari waktu ke waktu. Tidak ada satupun perangkat SIG tunggal yang sesuai untuk untuk semua aplikasi yang dibutuhkan oleh pengguna.

Karena variasi aplikasi yang tumbuh dimasyarakat terus meningkat. Maka *developer* perangkat SIG juga turut mengikuti perkembangan ini dengan melakukan pengembang inovasi-inovasi lebih lanjut dibidang aplikasi yang baru. Biasanya, pengembangan lebih lanjut ini diimplementasikan dalam bentuk modul-modul atau komponen perangkat lunak yang terpisah dari paket perangkat SIG standard. Modul inipun dijual secara terpisah sesuai dengan permintaan pengguna. Dengan komponen perangkat lunak, pengguna dapat secara efektif, efisien, fleksible, dan dapat lebih mengkonsentrasikan dirinya dalam membangun aplikasinya tanpa harus memikirkan secara rumit aspek-aspek '*kosmetik*' yang dimiliki oleh perangkat SIG yang menjadi induknya. Dengan demikian, kualitas aspek SIG yang digunakan dalam aplikasi pengguna akan setara dengan perangkat SIG standard dibuat oleh *vendor*-nya. Tidak diragukan lagi, masa depan SIG adalah komponen perangkat lunak sejenis ini.

Pada saat ini perkembangan sistem informasi telah banyak diperbincangkan dan dimanfaatkan dalam bidang; Geografi, kehutanan, pemerintahan dan para peneliti, dengan satu pandangan yang sama adalah keterpaduan. Bila ditelusuri perkembangan sistem informasi geografi ini berakar dari perkembangan sistem peretakan (Paren A and Church 1987; Mark 1990). Buah pikiran melakukan pencatatan/ penggambaran dalam berbagai lembar secara seri

dalam sistem perpetaan sejak perang revolusi Amerika (*American Revolutionary War*). Pada tahun 1835 dalam perkembangan teknik kartografi telah dilakukan kombinasi informasi yaitu: teknologi, sosial dan lingkungan, mungkin the Atlas Accompany the second report of the Irish railway commissioner pada tahun 1838 merupakan sistem informasi geografi pertama. Atlas tersebut berisi informasi penduduk, geologi dan topografi. Setiap lembar peta dibuat dalam batas daerah dan skala yang sama, melalui tumpangsusun, maka dapat diperoleh lokasi terbaik untuk jalur angkutan. Atlas ini belum merupakan satu sistem informasi geografi, walaupun demikian buah dasar pemikiran ke arah keterpaduannya telah lama diinginkan dan direncanakan sehingga terbentuk sistem informasi.

Sistem Informasi adalah satu sistem yang terdiri dari komponen waktu, logika matematis dan program yang berkaitan dengan komponen informasi. Semua komponen ini saling membentuk hubungan di dalam satu sistem. Data sebagai yang mempunyai ciri dan berkaitan fenomena tertentu atau kelas fenomena tertentu. Komponen perangkat lunak berisi aturan dan cara logika matematis yang dapat diubah bentuknya dan dapat diterima oleh mesin. Komponen manusia merupakan elemen inti dari sistem informasi, karena manusia dapat bertindak sebagai perencana, manager, dan sebagai pengguna. Secara teoritis sistem informasi Dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Komponen sistem informasi

Gambar di atas memberi gambaran struktur sistem informasi statis, dari pandangan lain maka sistem informasi statis ini diubah menjadi dinamis dan lebih memberi gambaran sistem grid sel yang dapat merubah format peta ke dalam sistem grid sel yang dapat diterima dalam komputer.

Pada tahun 1960-an telah beredar perangkat lunak yang mendukung perkembangan SIG dalam memasukkan data maupun luaran informasi serta analisisnya. Perangkat lunak yang telah beredar antara lain: Syam dari Universitas Harvard, yang telah menggunakan grid sel dalam manipulasinya, GRID (Universitas Harvard), MANS (Universitas Mary Land) LUNR (negara bagian New York), LINMAP dan COLMAP (Kementerian Perumahan dan Pemerintahan Lokal (= Local Government Inggris) ERIE (Ontario, Kanada) dan masih banyak yang belum diinventarisir (Tomlinson 1990). Hingga akhir tahun 1960-an, perkembangan perangkat lunak dalam SIG terus meningkat.

Pada permulaan tahun 1970-an banyak negara maju mengalihkan perhatian pada pengelolaan sumberdaya dan dampak lingkungan. Pengelolaan sumberdaya dan dampak lingkungan harus ditopang oleh informasi yang tepat dan cepat untuk menentukan kebijakan. Data yang terkumpul memerlukan analisis dengan cepat pula agar kebijakan dapat dilaksanakan segera. Untuk keperluan tersebut, mulai dimanfaatkan metode analisis geografi sehingga pada tahun 1970-an terjadi pula perubahan dan perkembangan SIG.

Pada saat yang sama terjadi kemajuan dalam bidang teknologi komputer. Kemampuan dan kecepatan memproses data telah berkembang dengan baik, alat digitasi telah bertambah canggih, hal mendorong kemajuan interaktif antara pengguna dan program yang berkembang dalam SIG terus meningkat.

Pada permulaan tahun 1970-an banyak negara maju mengalihkan perhatian pada pengelolaan sumberdaya dan dampak lingkungan harus ditopang oleh informasi yang tepat dan cepat untuk menentukan kebijakan. Data yang telah terkumpul memerlukan analisis dengan cepat pula agar kebijakan dapat dilaksanakan segera. Untuk keperluan tersebut, mulai dimanfaatkan metode analisis geografi sehingga pada tahun 1970-an terjadi pula perubahan dan perkembangan SIG.

Pada saat yang sama terjadi kemajuan dalam bidang teknologi komputer. Kemampuan dan kecepatan memproses data telah berkembang dengan baik, alat digitasi telah bertambah canggih, hal ini mendorong kemajuan dalam SIG terutama pada sisi analisis grafik dan juga kemampuan analitik, disamping kemajuan interaktif antara pengguna dan program yang berkembang dalam SIG.

Hal lain yang menopang perkembangan SIG adalah terjadinya penurunan biaya, hal ini memberi dampak pada pemerintah dan perguruan tinggi. Pada tahun 1970-an banyak badan pemerintah yang mulai mempergunakan komputer untuk kepentingan dan aktivitasnya. Pada perguruan tinggi terjadi perkembangan penelitian dalam kemampuan pemrosesan yang dapat dijadikan sub program dalam SIG.

Pada tahun 1970-an ini pula diadakan kongres pertama tentang SIG oleh International Geographical Union (IUG) dan untuk yang kedua diadakan tahun 1972 hal ini menunjukkan terjadinya perkembangan komunikasi dalam pemanfaatan SIG. Perangkat lunak yang telah beredar ada 600 buah dan 80 diantaranya merupakan perangkat lunak SIG. Pada pertengahan tahun 1970-an mulai tumbuh perusahaan yang memasarkan perangkat lunak SIG seperti ESRI, GIMMS, Calma, Computervision, menopang penyebaran luasan SIG. pada saat yang bersamaan perkembangan pemanfaatan metode analisis keruangan, yang pada tahun 1960-an dikembangkan oleh para pakar geografi berkembang menjadi analisis terintegrasi yang digunakan dalam berbagai bidang.

Perkembangan SIG pada tahun 1960-an masih terus berkembang terutama dalam pemanfaatan SIG, pada tahun 1980-an ini telah berkembang persoalan perubahan global, dalam hal ini Badan Antariksa Amerika NASA yang melakukan observasi kelilingan secara global, sehingga SIG merupakan satu kebutuhan pula dimasa mendatang untuk memecahkan problematik atau dampak yang akan terjadi akibat adanya perubahan global.

Pada tahun 1980-an ini diperkirakan telah beroperasi 1000 buah program SIG di Amerika Serikat dan lebih terdapat 4000 buah perangkat lunak yang beredar pada akhir tahun 1980-an. Kemajuan di dalam pemanfaatan komputer terutama PC (Personal Computer) dengan 32 bit. Perkembangan SIG ini ditandai

oleh adanya peningkatan dan perluasan pemanfaatan SIG. Hal ini masih tetap ditopang oleh kemajuan teknologi komputer.

Perkembangan yang pesat dari SIG menimbulkan beberapa masalah yang harus dipecahkan. Permasalahan yang harus dipecahkan berasal dari persoalan lama maupun persoalan baru. Permasalahan yang belum terpecahkan adalah menghindarkan kesalahan pada tahap pemasukan data dan pendigitasian. Digitasi sampai saat ini hanya dapat dilakukan secara manual. Kemajuan yang diharapkan terjadi adalah keterpaduan dalam proses pencatatan digital dengan proses observasi dan pengukuran. Kemajuan yang diharapkan pada masa mendatang dalam SIG adalah peningkatan kemampuan dalam analisis dengan membangun intelegensi buatan. Pada akhir tahun 1980-an telah berkembang perangkat lunak intelegensia buatan (*Artificial intelegend*). Perangkat lunak yang beredar antara lain adalah expert sistem.

Komunikasi data dasar sampai saat ini masih merupakan suatu hambatan dalam pengoperasian SIG, karena format dan struktur data yang berbeda. Kedua hal tersebut masih memerlukan pemikiran agar SIG dimasa mendatang dapat lebih efektif didalam pengelolaan data dan dengan data dasar yang tidak terikat dan menciptakan perubahan pencatatan (*recording*) yang dapat mempermudah pengguna sistem informasi geografi.

Tugas dan Pertanyaan

1. Buatlah ringkasan sejarah perkembangan sistem informasi geografi !

Daftar Pustaka

-----, 2000, *History of Geographic Information System*, Lecture Note, http://www.gisca.adelaide.edu.au/~bbryan/lectures/dbms/hist_of_gis/, The University of Adelaide, Australia.

Eddy Prahasta, 2002, *Sistem Informasi Geografi*, Informatika, Bandung.

Dulbahri, 1993, *Sistem Informasi Geografi, Diktat Kuliah*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.



BAB II

DATA, INFORMASI, SISTEM, SISTEM INFORMASI, DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI

1. Pendahuluan

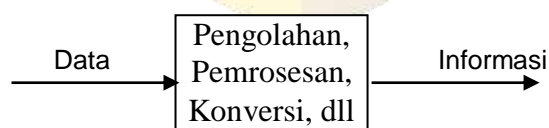
Pada bab ini akan dibahas mengenai data, informasi, sistem informasi dan sistem informasi geografi. Bab ini memerlukan 2 kali pertemuan dengan volume 3 x 100 menit. Selesai mata kuliah ini diharapkan mahasiswa mampu menjelaskan apa itu data? informasi? sistem? sistem informasi? Dan sistem informasi geografi.

2. Data dan Informasi

Analisis dan pembahasan mengenai sistem-sistem informasi dimulai dengan pendefinisian secara fungsional dari "data" dan "informasi" berikut diskusi sekitar keterkaitan di antara keduanya. Pemahaman awal ini juga didukung oleh pemisahan antara informasi formal dan non-formal, diskusi mengenai atribut-atribut yang mencerminkan nilai suatu informasi, dan penganalisaan bagaimana suatu "informasi" dihasilkan dari "data".

2.1. Definisi Dasar

Istilah "data" dan "informasi" sering digunakan secara bergantian dan sering tertukar, meskipun kedua istilah ini sebenarnya merujuk pada masing-masing konsep yang berbeda. Data merupakan bahasa *mathematical*, dan simbol-simbol pengganti lain yang disepakati oleh umum dalam menggambarkan obyek, manusia, peristiwa, aktivitas, konsep, dan obyek-obyek penting lainnya. Singkatnya, data merupakan suatu kenyataan apa adanya (*raw facts*). Sedangkan, informasi adalah data yang ditempatkan pada konteks yang penuh artinya oleh penerimanya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar 4.1, berikut:



Gambar 2.1. Hubungan Data dengan Informasi

2.2. Informasi Formal dan Non-Formal

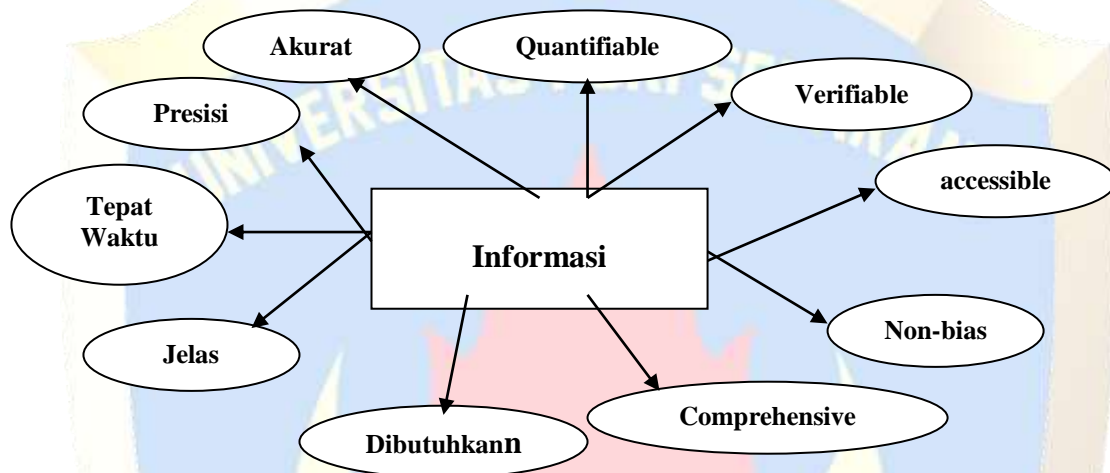
Sistem informasi formal didasarkan atas asumsi-asumsi bahwa kita dapat mengidentifikasi kebutuhan-kebutuhan informasi individu-individu dan kita juga dapat menentukan metode-metode untuk menghasilkan informasi dari data dalam memenuhi kebutuhan ini. Perbedaan antara informasi formal dengan non-formal merupakan konsep yang sangat penting.

Contoh-contoh dari informasi formal mencakup antara lain aturan pemerintah dan undang-undang, surat perjanjian atau kontrak, prosedur akuntansi, persyaratan perencanaan, anggaran organisasi, permintaan pekerjaan dan lamaran persyaratan komunikasi, kebutuhan-kebutuhan pengendalian dan kontrol, dan proses-proses pengambilan keputusan yang umum. Sedangkan surat-surat bukti pembayaran, tagihan (invoices), faktur, bon pembelian, dan tiket merupakan contoh informasi formal dalam bentuk yang terstruktur. Selain itu, dikenal pula informasi dalam bentuk-bentuk yang sangat diformalkan seperti laporan status untung rugi, variansi, probabilitas, return of investment, neraca akuntansi dan sebagainya. Informasi non-formal antara lain mencakup-mencakup pendapatan-pendapatan, pengesahan, intuisi, firasat, prasangka, dugaan, kabar, desas-desus, pengalaman pribadi, selentingan, gosip, anggapan atau asumsi, dan sebagainya.

Dari contoh-contoh di atas, perbedaan informasi formal dengan non-formal menjadi jelas. Informasi formal memungkinkan kita, dari penerima, untuk mengekstrak pemrosesan atau konversi prosedur-prosedur dalam menghasilkan informasi dari datanya. Di lain pihak, nilai informasi non-formal sangat bergantung dan dapat diinterpretasikan semuanya oleh si penerima. Bentuk dan isi informasi non-formal bersifat subjektif dan sangat tidak terstruktur, dan proses konversi dari datanya hingga menjadi informasi tidak dapat dipisahkan dengan penerimanya. Kedua informasi tipe di atas mungkin saja diperlukan di dalam pengelolaan dan operasi suatu organisasi, tetapi informasi formal merupakan satu-satunya output yang valid dari sistem informasi yang formal pula.

2.3 Atribut Informasi

Banyak atribut atau kualitas-kualitas yang berkaitan dengan konsep informasi membantu kita di dalam mengidentifikasi dan mendeskripsikan kebutuhan-kebutuhan informasi yang spesifik. Gambar 4.2 berikut mengilustrasikan atribut informasi.



Gambar 2.2. Atribut Informasi

Keterangan gambar :

1. Akurat	:	Derajat kebebasan dari informasi kesalahan.
2. Presesi	:	Ukuran detail yang digunakan didalam penyediaan informasi
3. Tepat waktu	:	Penerimaan informasi masih dalam jangkauan waktu yang dibutuhkan oleh si penerima.
4. jelas	:	Derajat kebebasan informasi dari keraguan.
5. Dibutuhkan	:	Tingkat relevansi informasi yang bersangkutan dengan kebutuhan pengguna.
6. Quantifiable	:	Tingkat atau kemampuan dalam menyatakan informasi dalam bentuk numeric.
7. Verifiable	:	Tingkat kesepakatan atau kesamaan nilai sebagai hasil pengujian informasi yang sama oleh berbagai pengguna.
8. Accessible	:	Tingkat kemudahan dan kecepatan dalam memperoleh informasi yang bersangkutan.
9. Non-bias	:	Derajat perubahan yang sengaja dibuat untuk merubah atau

		memodifikasi informasi dengan tujuan mempengaruhi para penerimanya.
10. Comprehensive	:	Tingkat kelengkapan informasi.

Pada saat kita beralih dari konsep penyediaan informasi yang terjeneralisasi dalam memberikan informasi spesifik ke suatu individu, penentuan nilai-nilai untuk berbagai atribut informasi sebagaimana telah diilustrasikan oleh gambar 4.2 menjadi sangat perlu. Hal ini bukan pekerjaan yang mudah. Beberapa atribut sulit dinyatakan dan hampir tidak mungkin untuk tidak diukur secara objektif. Misalnya anggaplah anda menjadi seorang yang bertanggungjawab dalam penjadwalan keberangkatan dan kedatangan kapal-kapal di suatu perusahaan perkapalan yang besar. Maka kemungkinan besar, salah satu tanggungjawab utama anda adalah memantau posisi-posisi kapal yang beroperasi setiap saat. Selain itu, anda juga akan ditanya mengenai posisi-posisi kapal tersebut oleh banyak orang secara rutin. Kemungkinan jawaban-jawaban anda atas pertanyaan-pertanyaan di atas adalah "di laut", "dalam perjalanan menuju pelabuhan Belawan", "satu hari menjelang Surabaya", "bujur 100°BT dan lintang 03°LU".

Meskipun responnya sudah akurat dan tepat waktu, jawaban yang anda berikan bisa saja tidak memenuhi kebutuhan informasi karena atribut-atribut lainnya gagal terpenuhi. Sifat setiap respons mensyaratkan bahwa anda telah menentukan setiap "konteks yang penuh arti" dari individu dan anda juga telah menentukan relevansi setiap atribut ke dalam konteks tersebut. Jika penilaian anda benar, anda telah menyediakan informasi yang benar. Sebaliknya, jika salah dalam menentukan kebutuhan-kebutuhan individu atau gagal dalam mempertimbangkan kepentingan atribut-atribut secara benar, andapun telah menyediakan data, tetapi akan disusul pertanyaan-pertanyaan yang bentuknya antara lain adalah "dapatkah anda lebih presisi lagi?", "bisakah anda lebih jelas lagi?", "dapatkah anda lebih rinci lagi?", "dapatkah saya mengetahui posisi yang sebetulnya?", "sedang di jakarta atau di jogjakarta?", dan sebagainya.

Pada saat mengidentifikasi dan mendefinisikan kebutuhan-kebutuhan informasi, sedapat mungki kebutuhan-kebutuhan ini dideskripsikan di dalam terminologi atribut informasi. Analisa yang benar akan menunjukkan keterkaitan yang erat antara kebutuhan informasi dan atribut informasi di dalam perancangan sistem informasi. Singkat, yang diperlukan adalah menyediakan informasi yang benar pada orang dan waktu yang tepat.

2.4. Membuat Informasi dari Data

Pada saat kebutuhan-kebutuhan informasi diidentifikasi dan didefinisikan, informasi-informasi tambahan masih mungkin dilibatkan untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan ini. Jumlah cara yang ditempuh data hingga akhirnya (dikonversikan) menjadi informasi hampir sama dengan jumlah situasi spesifik yang bisa diidentifikasi. Walaupun demikian, penekanan pada bahasan ini adalah pengidentifikasian, pendefinisian, dan pengorganisasian kebutuhan-kebutuhan informasi dari anggota-anggota suatu organisasi. Ternyata, dengan penekanan inipun, cara yang ditempuh untuk mengkonversi data hingga menjadi informasi hampir tidak akan pernah berakhir. Misalnya perhatikan variasi dan jumlah metode atau jalan yang dapat ditempuh dalam bisnis anda yang dimaksudkan untuk memberikan informasi bagaimana organisasi dijalankan. Kita dapat mereduksi jumlah ini dengan pendekatan konseptual yang berbeda dalam mendeskripsikan informasi dan cara bagaimana informasi ini dibuat. Pembuatan informasi dapat melibatkan konsep-konsep dan teknik-teknik yang sederhana hingga kompleks sekalipun.

Pada dasarnya, data harus diproses terlebih dahulu sebelum dianggap sebagai informasi oleh penerimanya. Jika prosesnya kompleks, kompleksitasnya dapat direduksi dengan memecahkan prosesnya menjadi beberapa sub-proses yang lebih kecil. Tanpa memperhatikan mekanisme bagaimana datanya diproses, kita dapat mengidentifikasi paling tidak 10 langkah pemrosesan atau operasi yang dilakukan untuk mengkonversi data hingga menjadi informasi. Setiap operasi atau kombinasinya dapat menghasilkan informasi dari suatu data. Operasi-operasi tersebut adalah:

1. Capturing	:	Operasi ini merupakan perekaman data dari suatu peristiwa atau kejadian, di dalam beberapa formulir seperti slip penjualan, daftar isian data pribadi, pesanan pelanggan, dan sebagainya.
2. verifying	:	Operasi ini merupakan pemeriksaan atau validasi data untuk memastikan bahwa data tersebut telah direkam dengan benar.
3. classifying	:	Operasi ini menempatkan elemen-elemen data ke dalam kategori-kategori tertentu yang memberikan pengertian pada penggunaannya. Misalnya data penjualan dapat diklasifikasikan menjadi tipe, ukuran, inventori, pelanggan, salesperson, dan sebagainya.
4. arranging (sorting)	:	Operasi ini menempatkan elemen-elemen data sesuai dengan urutan tertentu. Sebagai contoh, file atau table inventori dapat diurutkan menurut file kode, tingkat aktivitas, nilai atau oleh atribut-atribut lainnya yang dikodekan di dalam tabel bersangkutan.
5. summarizing	:	Operasi ini mengkombinasikan atau mengumpulkan beberapa elemen data dalam salah satu cara. Pertama, operasi ini mengakumulasikan data secara matematis. Kedua, operasi ini mereduksi data secara logis.
6. calculating	:	Operasi ini memerlukan manipulasi data secara aritmatik dan logik. Sebagai contoh, hitungan harus dilakukan untuk menghasilkan gaji pegawai, tagihan pelanggan, nilai akhir ujian, dan sebagainya.
7. storing	:	Operasi ini menempatkan data pada media penyimpanan seperti kertas, microfilm, disket, harddisk, CD, dan sebagainya.
8. retrieving	:	Operasi ini memerlukan akses ke elemen-elemen data dari media penyimpanan.
9. reproducing	:	Operasi menduplikasikan data dari media ke media lainnya, atau ke medium yang sama.
10. communicating	:	Operasi ini mentransfer data dari suatu tempat ke tempat

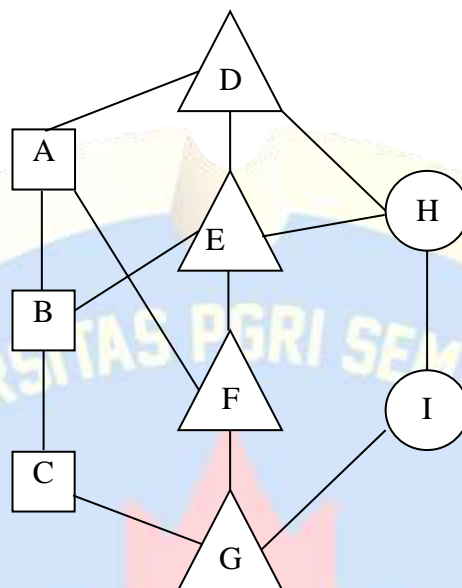
(disseminating)	lainnya.
-----------------	----------

3. Konsep Sistem

Istilah sistem menjadi sangat populer belakangan ini. Sistem digunakan untuk mendeskripsikan banyak hal, khususnya untuk aktivitas-aktivitas yang diperlukan untuk pemrosesan data. Usaha-usaha yang telah dilakukan pada masa yang lampau telah mengaplikasikan teknologi untuk pemrosesan data terfokus pada pengembangan mesin-mesin yang mampu menjalankan suatu operasi data yang lebih efisien seperti mesin ketik, mesin hitung, file-file mekanik, mesin-mesin penyalin dan sebagainya. Penemuan punched card, sebagai media penyimpanan data yang dihasilkan di dalam pengembangan berbagai mesin (keypunch, sorter, collator, printer), juga menegaskan adanya konversi data menjadi informasi sebagai suatu proses. Pengembangan komputer digital berikut teknologi yang disertainya juga sangat meningkatkan kepopuleran penggunaan sistem untuk memenuhi kebutuhan informasi suatu organisasi modern.

3.1. Sistem

Sistem dapat didefinisikan sebagai sekumpulan objek, ide, berikut saling keterhubungannya (inter-relasi) dalam mencapai tujuan dan sasaran bersama. Gambar 3.3 berikut memberikan ilustrasi mengenai model konseptual dari sistem. Pada ilustrasi ini komponen-komponen sistem disimbolkan sebagai karakter A, B, C, hingga I. hubungan yang terjadi antara masing-masing komponen direpresentasikan oleh garis-garis yang bersangkutan. Simbol (bentuk gambar) yang sama menggambarkan keterkaitan yang unik diantara suatu komponen lainnya, subsistem.



Gambar 2.3. Model Konseptual dari Sistem

Istilah subsistem digunakan untuk memudahkan analisis dan pengkomunikasi sebagai contoh, suatu sistem dapat didekskripsikan oleh komponen-komponennya (A,B,C,...,I), atau dapat juga dijelaskan oleh subsistem-subsistemnya (ABC,DEFG,HI). Jika kompleksitasnya cukup tinggi, sistem dapat dibagi dalam beberapa sistem pada analisis dan perancangannya untuk tujuan-tujuan kemudahan pengendalian dan implementasi. Dengan demikian, sistem yang memiliki kompleksitas tinggipun dapat dipahami lebih mudah.

Suatu sistem, subsistem, dan komponen-komponen sistem bisa jadi merupakan suatu realitas maupun suatu sifat logika semata. Sebagai minsal, tubuh manusia dapat dipandang sebagai suatu sistem. Kita boleh saja mulai mendeskripsikan atau menganalisa tubuh manusia dengan mengidentifikasi dan mendaftarkan komponen-komponen fisiknya (jantung, paru-paru, hati, dan sebagainya). Dilain pihak, jika cara ini dipandang tidak prakti, kita dapat mengindentifikasi subsistem-subsistem yang utama saja (reproduksi, endokrin, pernapasan, dan sebagainya). Deskripsi lain dari manusia dapat mempertimbangkan aspek-aspek fisik, intelektual, moral, dan emosi sebagai komponen atau subsistem.

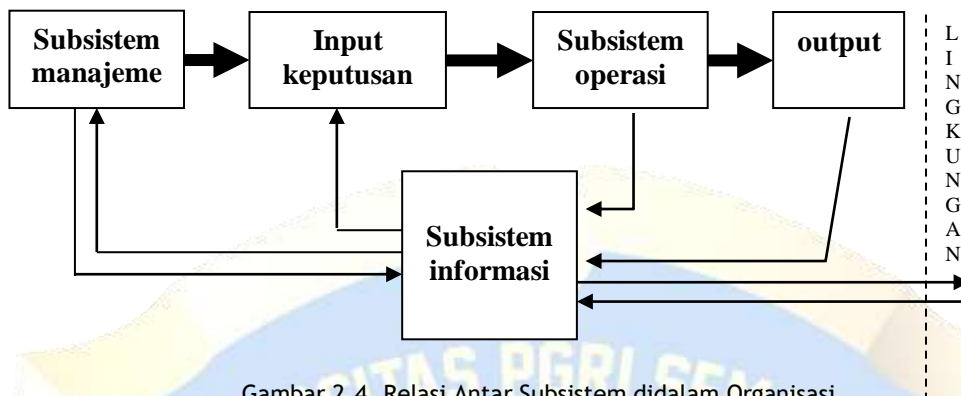
Cara utama dalam mendeskripsikan manusia mirip apa yang dapat ditemukandan dilihat dalam realitas: sekumpulan organ fisik. Setelah itu, cara yang kedua mengimplikasikan keberadaan organ-organ fisik tersebut beserta penambahan-penambahan pengetahuan hubungan-hubungan khusus yang terjadi diantara organ-organnya. Persepsi yang ketiga merepresentasikan entiti-entiti logik. Setiap cara ini akan memiliki niali yang sagat bergantung pada tujuan-tujuan analisis dan komunikasinya.

Nilai pendekatan suatu realitas dari perspektif sistem dapat sesederhana teknik untuk menganalisa atau merancang mesin-mesin kompleks, proyek, atau sebuah teori: atau bahkan pada tingkatan yang lain, kita dapat beragumentasi bahwa nilai yang benar dari persepsi realitas ini terletak didalam kenyataan bahwa “*whole is greater than the sum of its parts*”. Dengan kata lain, efektifitas komponen-komponen yang dianggap terkait sebagai suatu sistem, kemungkinan besar, lebih tinggi dari jumlah efektifitas dari setiap komponen yang terpisah ukuran tambahan nilai atau efektifitas ini disebut sebagai *efek sinergis*.

3.2. Organisasi Sebagai Sistem

Setiap organisasi dapat dipandang sebagai suatu sistem yang terdiri dari tiga subsistem: subsistem operasi, subsitem manajemen, dan subsistem informasi. Untuk contoh organisasi sederhana, sebuah toko obat yang kecil, ketiga subsistem diatas dapat dirangkap sekaligus oleh seorang petugas dengan alat-alat bantu beberapa *filing cabinet* dan mesin ketik. Untuk produsen obat yang besar (perusahaan & industri), ketiga subsistem ini dipisah kan dengan tegas, tetapi sangat berkaitan erat. Hubungan ini dapat digambarkan berikut.

Subsistem manajemen mencakup baik personel maupun aktivitas-aktivitas yang secara langsung direlasikan untuk menentukan perencanaan, pengendalian, dan pengambilan keputusan aspek-aspek operasi subsistem. Sebagai contoh, penentuan pelayanan-pelayanan apa yang harus diberikan, memutuskan berapa gudang yang diperlukan dan dimana letaknya, menentukan tanggung jawab masing-masing anggota dan komposisi panitia pengarah, dan sebagainya, merupakan fungsi-fungsi subsistem manajemen.



Gambar 2.4. Relasi Antar Subsistem didalam Organisasi

- ➡ Aliran kerja, Material, Tenaga kerja, dll.
- ➡ Aliran data dan informasi

Subsistem operasi mencakup semua aktivitas, aliran material, dan tenaga kerja secara langsung dikaitkan terhadap masalah-masalah menjalankan fungsi-fungsi utam organisasi. Sebagai contoh, penjualan produk dan jasa, produksi barang-barang, inventarisasi pergudangan, penerimaan pelayanan kesehatan, perancangan produk, pembelian bahan baku (raw material), aktifitas kesehatan, dan sebagainya, merupakan fungsi-fungsi subsistem operasi.

Subsistem operasi merupakan sekumpulan tenaga kerja (manusia), mesin, ide, dan aktifitas-aktifitas yang bertujuan untuk mrngumpulkan dan memproses data hingga dapat memenuhi kebutuhan-kebutuhan organisasi akan informasi formal. Tujuannya adalah untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan informasi termasuk keperluan-keperluan operasi rutin dan akunting; perencanaan, pengendalian, kebutuhan pengambilan keputusan disemua tingkatan manajemen.

Dengan menganalisa interaksi ketiga subsistem diatas, kunci-kunci opservasi dapat dibuat. Pertama, unjuk kerja aktual dari subsistem operasi disajikan oleh berbagai data yang dimasukkan kedalam subsistem informasi. Subsistem informasi meproses data-data ini hingga menghasilkan informasi untuk subsistem-subsistem operasi (pesanan pelanggan dimasukkan dan diproses atau dikonversikan *orderi*, tagihan, laporan, dan neraca). Kedua, kebutuhan pengguna-pengguna eksternal di sekitar organisasi, ber-*interface* dengan subsistem informasi sebagai serangkaian data masukan (pesanan, data statistik dan laporan resmi). Masukan-masukan ini juga diproses untuk menyediakan informasi bagi subsistem

operasi dan manajemen. Ketiga, subsistem manajemen menyediakan berbagai data masukan untuk subsistem informasi yang akan berpengaruh pada subsistem operasi, pengguna-pengguna eksternal, dan tingkatan-tingkatan lain didalam manajemen. Masukan-masukan dapat berupa tujuan-tujuan, anggaran, hasil-hasil prediksi, penjadwalan, perintah kerja, dan sebagainya. Dilihat dari sisi sistem, baik organisasi maupun subsistem informasinya sangatlah terintegrasi. Subsistem informasi melayani semua bagian dan fungsi-fungsi (integrasi horizontal) dan semua tingkatan manajemen (integrasi vertikal).

4. Konsep Sistem Informasi

4.1. Pengertian dan Definisi

Semua organisasi pasti memiliki sistem informasi. *Sistem informasi* ini adalah *entity* (kesatuan) formal yang terdiri dari berbagai sumberdaya fisik maupun logika. Dari organisasi ke organisasi, sumberdaya-sumberdaya ini disusun atau distrukturkan dengan beberapa cara yang berlainan karena organisasi dan sistem operasi merupakan sumberdaya-sumberdaya yang bersifat dinamis. Dengan demikian, struktur organisasi yang dibuat pada saat ini bisa jadi harus dimodifikasi keesokan harinya. Jadi, kita memerlukan konsep yang secara logis dapat menggambarkan struktur sistem informasi, yang direpresentasikan oleh semua sumberdaya fisiknya, untuk berbagai ukuran sistem informasi didalam bermacam-macam tipe organisasi informasi dalam bentuk blok-blok.

Dengan memahami konsep-konsep yang direpresentasikan oleh setiap blok pada gambar 3.5 ini berikut relasi-relasi yang dimilikinya, pengetahuan dasar untuk mendeskripsikan atau mengembangkan sistem informasi disemua bidang organisasi dapat diketahui

Pada gambar 3.5 terdapat 12 blok yang dikelompokkan kedalam 2 kolom *rancangan* dan *permintaan*. Blok **rancangan** merepresentasikan sumberdaya fisik dan logika yang harus disusun atau diolah untuk menghasilkan informasi dari data, sedangkan, blok **permintaan** mewakili alasan-alasan atau sebab-sebab yang harus dipertimbangkan pada saat penyusunan rancangan blok-blok sistem informasi tersebut. Jadi jelasnya, sebelum suatu sistem informasi dapat dirancang

(penyusunan rancangan blok), kebutuhan organisasi (nilai-nilai khusus dari blok-blok permintaan) harus terlebih dahulu ditentukan dan dipastikan. Nilai-nilai khusus yang dikandung dalam setiap blok pada suatu sistem informasi merupakan hasil dari studi khusus yang dilakukan dilingkungan organisasi yang bersangkutan.

Sistem Informasi			
Masukkan	Pengolahan	Atribut Informasi	Kebutuhan Pengolahan data
Basisdata	Pengendalian	Kebutuhan sistem	Faktor Organisasi
Keluaran	Sumberdaya Pengolahan data	Efisiensi Biaya	Kebutuhan Kelayakan

Gambar 2.5. Struktur Logika Sistem Informasi

Pengendalian <ul style="list-style-type: none"> ▪ Masukkan ▪ Pengolahan ▪ Basisdata ▪ Prosedur ▪ Keluaran ▪ Dokumentasi ▪ Pengamanan 	Keluaran Memerlukan form dan isi yang disusun berdasarkan: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Penyaringan ▪ Variabel kunci ▪ Pemantauan ▪ Model ▪ <i>Interrogative</i> ▪ Pusat strategi keputusan 	Sumberdaya pengolahan data <ul style="list-style-type: none"> ▪ data ▪ Hardware ▪ Software ▪ manusia
--	---	---

Gambar 2.6. komponen Detil Blok Rancangan

Gambar 2.6 merupakan peluasan dari kosep blok rancangan dengan contoh-contoh *entyti* yang lebih detil.

Keterangan gambar 2.5

1. Masukan : blok ini mengilustrasikan berbagai data yang merupakan masukan sistem informasi pada umumnya, data yang diperlukan senagai masukan sistem diturunkan dari kebutuhan informasi.
2. Pengolahan : Blok ini sering dikaitkan atau dirujuk dengan terminologi pengoperasian data sebagaimana masukan. Seperti halnya data

masukan, pengolahan juga merupakan turunan dari kebutuhan informasi.

3. Basisdata : Definisi yang paling umum untuk terminologi basisdata adalah tempat penyimpanan (repository) data-data yang diperlukan dan memiliki arti bagi pengguna sistem informasi (john 83).
4. Pengendalian : sistem informasi merupakan suatu sumberdaya yang bersifat kompleks dan dinamis, seperti halnya sumberdaya yang lain, dibutuhkan suatu cara untuk memastikan bahwa sistem informasi beroperasi sebagaimana semula dirancang. Blok pengendalian mere-presentasikan konsep-konsep teknik, dan perangkat yang digunakan untuk memastikan integritas operasi sistem informasi, blok pengendalian digunakan sebagai penyaringan yang mencegah kesalahan-kesalahan masukan yang akan diproses. Sementara pada sistem informasi yang lain, blok pengendalian digunakan sebagai sinyal adanya kesalahan.
5. Keluaran : Blok ini mengacu pada bentuk dan isi informasi aktual yang diberikan kepada pengguna sistem informasi
6. Sumberdaya pengolahan data : Blok rancangan akhir disebut sumberdaya pengolah data. Implementasi fisik dari blok rancangan ini dinyatakan oleh penyusunan data, perangkat keras, perangkat lunak, dan manusia (tenaga kerja).
7. Atribut informasi : Permintaan yang paling penting didalam sistem informasi diturunkan dari kebutuhan informasi pengguna. Kebutuhan pengguna ini dinyatakan dalam atribut-atribut informasi sebagaimana dapat dilihat pada gambar 3.2, 3.5, dan 3.7.
8. Kebutuhan pengolahan : Permintaan ini meresmukan pengaruh yang kuat dari penyediaan kebutuhan-kebutuhan informasi untuk satu atau lebih pengguna suatu sistem. Selanjutnya, penentuan kebutuhan pengolahan data mengim-plementasikan adanya alternatif-alternatif lainnya untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan baik individu pengguna maupun organisasi secara efektif dan efisiens.

9. Kebutuhan sistem : Permintaan ini agak mirip dengan kebutuhan pengolahan data. Kebutuhan sistem mengenali sifat dinamis yang dimiliki oleh organisasi beserta sistem informasinya, dan biaya-biaya sumberdaya pengolahan datanya.
10. Faktor Organisasi : Setiap organisasi pasti mengembangkan mengoperasikan sistem informasi untuk memenuhi kebutuhan informasinya. Kualitas dan kuantitas kebutuhan penggunaannya sering kali dipengaruhi oleh teori-teori secara umum dan pengalaman yang pernah diterapkan pada organisasi yang lebih besar.
11. Efisiensi biaya : Informasi dan sistem informasi merupakan sumberdaya. Akuisisi dan pembangunan suatu sumber daya didalam organisasi, selalu dilakukan bersama dengan ide untuk menghasilkan uang dan menghemat biaya. Dengan demikian, adalah sangat perlu untuk mengidentifikasi potensi-potensi biaya dan keuntungan yang akan diturunkan sebelum melakukan pengeluaran atau pembelanjaan dana untuk pengembangan sistem informasi.
12. Kebutuhan Kelayakan : Semua nilai yang terdapat didalam blok-blok permintaan yang lain dinyatakan dalam kebutuhan kelayakan (feasibility requirements). Sebagaimana telah disinggung, kompromi-kompromi diantara permintaan-permintaan dan implementasi-implementasi didalam blok rancangan harus dicapai dari berbagai sudut pandang sebelum suatu sistem dapat dirancang dan diimplementasikan.

Gambar 2.7 berikut memperjelaskan konsep-konsep yang terdapat di blok permintaan hingga menjadi lebih detil (dalam bentuk contoh-contoh *entity* yang direpresentasikannya). Sebagaimana telah disinggung, blok blok permintaan menentukan bentuk dan substansi blok rancangan.

Atribut Informasi <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tepat waktu ▪ Presisi ▪ Akurat ▪ <i>Quantifiable</i> ▪ <i>Verifiable</i> ▪ <i>Accessible</i> ▪ <i>Non-bias</i> ▪ <i>Comprehensive</i> ▪ Dibutuhkan ▪ jelas 	Kebutuhan Pengolahan data <ul style="list-style-type: none"> ▪ Volume ▪ Kompleksitas ▪ Waktu ▪ <i>Computation</i> 	Kebutuhan sistem <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Reliability</i> ▪ <i>cost</i> ▪ <i>instalation schedule</i> ▪ <i>flexibility</i> ▪ <i>life expectancy</i> ▪ <i>growth potential</i> ▪ <i>maintainability</i>
Faktor Organisasi <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Nature</i> ▪ Ukuran ▪ Struktur 	Efisiensi Biaya <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Direct costs</i> ▪ <i>Indirect costs</i> ▪ <i>Direct benefits</i> 	Kebutuhan Kelayakan <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Technical</i> ▪ Ekonomis ▪ <i>Legal</i>

Gambar 2.7. Komponen Detil Blok Permintaan

Ringkasnya, ketika kita membuat suatu penilaian bahwa suatu sistem baik atau buruk, efektif atau tidak, berarti kita membandingkan nilai-nilai yang terdapat di blok rancangan dengan nilai-nilai yang terdapat diblok permintaan.

4.2. Tujuan dan Aktivitas Sistem Informasi

Tujuan sistem informasi adalah untuk menyediakan dan mensistematikkan informasi yang merefleksikan seluruh kejadian atau kegiatan yang diperlukan untuk mengendalikan operasi-operasi organisasi [Budihar95]. Sedangkan kegiatannya adalah mengambil, mengolah, menyimpan, dan menyampaikan informasi yang diperlukan untuk terjadinya komunikasi yang diperlukan untuk mengoperasikan seluruh aktifitas di dalam organisasi.

4.3. Kriteria Sistem Informasi

Kriteria sistem informasi merupakan variabel keluaran sistem yang dianggap sebagai ukuran unjuk kerja. Kriteria-kriteria tersebut mencakup:

1. Debit : jumlah data informasi yang mengalir (*bits*) per-satuan waktu.
2. Response time : waktu antara event, reaksi terhadap event sampai dengan proses terhadap event selesai dilakukan.
3. Cost : biaya yang dikeluarkan untuk memperoleh informasi dari data.
4. Pemenuhan fungsi : fungsi yang didefinisikan harus dapat dijalankan sebagaimana yang direncanakan.

5. Sistem Informasi Berbasis Komputer

5.1. SI tanpa Dukungan Komputer

Konsep sistem informasi memang sudah hadir sebelum teknologi komputer berkembang pesat seperti pada saat ini. Dengan demikian, sistem informasi yang berkembang pertama kali adalah sistem informasi yang tidak berbasis (mendapat dukungan) komputer. Jumlah sistem informasi ini secara alamiah makin hari makin meningkat sehingga tak terkendali. Dan pada saat teknologi komputer hadirpun, tidak semua sistem informasi ini siap untuk diadaptasikan dengan komputer. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor seperti: jumlah sistem informasi yang cukup banyak, dana yang terbatas, karakteristik sistem informasi yang sangat sederhana (kompleksitas relatif rendah), potensi pengguna sistem informasi relatif tidak tinggi, kebutuhan kecepatan akses data tidak terlalu dipentingkan, kompleksitas organisasi relatif rendah, sistem informasi bersifat manual hingga semi otomatis (dengan bantuan alat bantu mekanik dan elektronik selain komputer dan peripheral-nya) dan tetap mempertahankan tenaga manusia, dan sebab-sebab lainnya.

Adapun ciri-ciri sistem informasi:

1. Data tersimpan pada media yang harus dapat dibaca oleh manusia.
2. Penelusuran data dilakukan oleh manusia, kecepatan penelusuran relatif rendah (orde menit hingga jam) dan tidak dipentingkan.
3. Makin besar dan kompleks organisasinya, makin sulit memperoleh gambaran yang lengkap dengan cepat.
4. Kecepatan pengolahan data ditentukan oleh kecepatan petugas dalam menghitung, menyusun tabel dan laporan, dan menggandakan laporan.
5. Transmisi data dan informasi, sebagian besar, memerlukan transportasi fisik dari media yang digunakan.
6. Pengguna sarana telekomunikasi sangat terbatas.
7. Secara keseluruhan, terdapat delay informasi yang cukup besar akibat dari keterbatasan penelusuran, pemrosesan, dan transmisi data.

5.2. SI dengan Dukungan Komputer

Sejak mengenai sistem informasi dengan dukungan komputer (untuk selanjutnya akan disingkat CBIS) memang bukan hal yang baru pada saat ini. Subjek ini selalu mengalami kemajuan dan perubahan yang sangat cepat. Dua puluh tahun yang lalu, subjek inipun belum tentu sudah ada apalagi dibicarakan orang. Materi mengenai subjek inipun, secara substansial, sudah berbeda sejak diperkenalkan untuk pertama kali hingga saat ini. Sifat alamiah dari materi subjek mengenai CBIS ini membuat kita sejenak berhenti terlebih dahulu untuk menyadari posisi kita pada saat ini sebelum melanjutkan untuk memahami topik-topik khusus dari CBIS. Dan materi yang pada saat sedang anda pelajari pun, kemungkinan belum dapat dikatakan sebagai CBIS. Walaupun demikian, CBIS atau sistem informasi yang berbasis komputer memiliki ciri-ciri umum sebagai berikut:

1. Data tersimpan dalam media yang dapat dibaca oleh mesin, bersifat padat (compact), dan lebih mudah dan cepat untuk ditelusuri (orde detik hingga menit).
2. Sebagai konsekuensi dari butir 1, kumpulan data yang besar ini dapat disimpan di dalam satu lokasi, dan sintesa dari berbagai himpunan data untuk memperoleh gambaran yang lengkap mudah dilakukan.
3. Kecepatan pengolahan data sangat tinggi (orde detik, menit, hingga jam) dan sangat dipentingkan.
4. Transmisi data sebagian besar dapat dilakukan melalui sarana telekomunikasi (kabel, *microwave*).
5. Secara keseluruhan, *delay* yang terdapat didalam aliran data dan informasi relatif kecil karena penelusuran, pemrosesan dan transmisi data dapat dilakukan dengan cepat.
6. Lokasi-lokasi pengembangan dan pengoperasian sistem yang tersebar tidak menghalangi kemudahan dalam memonitor dan mengkoordinasikan segala aktifitasnya.

Seperti telah disinggung di atas, penggunaan istilah CBIS masih terlalu umum. CBIS banyak memiliki tipe. Masing-masing tipe saling melengkapi dan berkembang sendiri sesuai dengan trend teknologi yang berkembang pada saat itu.

5.2.1. Sistem Informasi Manajemen (SIM)

SIM, yang ada pada saat ini, tidak seperti CBIS asli yang merupakan sistem pemrosesan data (*DP* atau *data processing*) pada akhir 1950-an hingga 1960-an. Jika pemrosesan data tak terkonsentrasi pada perekaman data dan otomasi rutin-rutin proses administrasi (*clerical processes*), seperti payroll dan billing (penggajian, rekening dan penagihan), SIM lebih terfokus pada fungsi-fungsi manajemen, seperti perencanaan, pengendalian, dan pengambilan keputusan. Tentu saja, proses perekaman data dan otomasi seperti pada sistem pemrosesan data di atas masih harus dicakup SIM meskipun tidak merupakan tujuan akhir. Tujuannya adalah untuk memenuhi kebutuhan informasi manajemen.

Karena SIM berevolusi dari DP, kedua istilah ini sering digunakan secara bergantian tanpa tertukar tanpa diketahui perbedaannya secara jelas. Sim yang pertama-tama dikembangkan sangat mirip dengan DP, dan sebaliknya, banyak sistem DP yang ada pada saat ini lebih banyak memiliki fungsi-fungsi manajemen dari pada SIM yang pertama. Sebagaimana proses-proses evolusioner yang lain, bentuk yang lebih tinggi (baik) akan selalu berdampingan dengan bentuk yang sebelumnya sebelum benar-benar menggantikan secara sempurna. Walaupun demikian, sistem pemrosesan data tidak akan mati; masih banyak peluang DP dimana SIM tidak dapat melakukannya. Bahkan dimana SIM-pun hadir, masih banyak pekerjaan atau proses-proses administrasi yang dapat dilakukan oleh DP.

Hingga saat ini belum ada kesepakatan yang baku mengenai definisi SIM. Beberapa penulis cenderung menggunakan istilah-istilah sistem pengolahan informasi, sistem keputusan, sistem pengambilan keputusan, sistem informasi/keputusan, atau hanya sistem informasi saja. Pada dasarnya, sistem informasi merupakan gabungan unsur-unsur pokok sistem, informasi, dan manajemen.

Menurut [Robert85] definisi SIM adalah:

A management information system is an organized set of processes that provides information to managers to support the operation and decision making within an organization.

Sedangkan menurut Gordon B. Davis didalam pustaka [Sutan96], SIM adalah suatu sistem manusia-mesin yang terpadu (terintegrasi) untuk menyajikan informasi guna mendukung fungsi operasi, manajemen, dan pengambilan keputusan dalam sebuah organisasi. Sistem ini menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak, komputer, prosedur pedoman, model manajemen dan keputusan, dan sebuah basis data.

5.2.2. Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Bila melihat uraian mengenai SIM, SPK-pun masih dapat dikelompokkan ke dalam CBIS tipe SIM. Meskipun demikian karena bidang kajian SPK sudah mendalam dan cukup spesifik, maka SPK dapat dijadikan sebagai salah satu tipe CBIS tersendiri dan terpisah dari SIM. Tetapi pada dasarnya, SPK merupakan pengembangan SIM lebih lanjut yang dirancang sedemikian rupa sehingga bersifat interaktif terhadap penggunaanya. Sifat interaktif ini dimaksudkan untuk memudahkan integrasi antara berbagai komponen dalam proses pengambilan keputusan, prosedur, kebijakan, analisa teknis, serta pengalaman dan wawasan manajerial untuk membentuk suatu kerangka keputusan yang fleksibel. SPK dibuat dengan tujuan-tujuan untuk membantu pengambilan keputusan dan memilih berbagai alternatif keputusan yang merupakan hasil pengolahan data dan informasi yang diperoleh dari penggunaan model-model pengambilan keputusan.

Adapun ciri-ciri SPK menurut alters Keen dalam [Suryadi98] adalah:

1. SPK ditujukan untuk membantu pengambilan keputusan-keputusan yang kurang terstruktur dan umumnya dihadapi oleh para manajer yang berada ditingkat atas.
2. SPK merupakan gabungan antara kumpulan model kualitatif dan kumpulan data.
3. SPK memiliki fasilitas interaktif yang dapat mempermudah hubungan antara manusia dengan mesin (komputer).

4. SPK bersifat fleksibel dan dapat menyesuaikan diri terhadap perubahan-perubahan yang terjadi.

Meskipun definisi SPK yang baku belum disepakati, Levin, pada sumber pustaka yang sama dengan yang di atas, menyatakan bahwa. Keunikan SPK terletak pada kemungkinannya faktor-faktor intuisi. Dan penilaian pribadi pengambil keputusan untuk turut dijadikan dasar pengambilan keputusan. SPK dirancang secara khusus untuk mendukung seseorang yang harus mengambil keputusan-keputusan tertentu.

Berikut adalah karakteristik-karakteristik SPK:

➤ Kapabilitas interaktif	:	SPK memberi pengambil keputusan akses cepat terhadap data dan informasi yang dibutuhkan.
➤ Fleksibilitas	:	SPK dapat menunjang para manajer pembuat keputusan di berbagai bidang fungsional (keuangan, pemasaran, operasi, produksi, dan sebagainya).
➤ Kemampuan berinteraksi dengan model	:	SPK memungkinkan para pembuat keputusan berinteraksi dengan model-model, termasuk manipulasi model tersebut sesuai kebutuhan.
➤ Variasi keluaran	:	SPK mendukung pembuat keputusan dengan menyediakan berbagai keluaran, termasuk kemampuannya dalam menghasilkan grafik dan analisa-analisa pada kondisi-kondisi tertentu.

5.2.3. Sistem Informasi Geografis (SIG)

Pada dasarnya, istilah sistem informasi geografis merupakan gabungan dari 3 unsur pokok : sistem, informasi, dan geografis. Dengan demikian, pengertian terhadap ketiga unsur-unsur pokok ini akan sangat membantu dalam memahami SIG. Dengan melihat unsur-unsur pokoknya, maka jelas SIG merupakan salah satu sistem informasi seperti yang telah dibahas di muka, dengan tambahan unsur “geografis”. Atau, SIG merupakan suatu sistem yang menekankan pada unsur “informasi geografis”.

Istilah “geografis” merupakan bagian dari spasial (keruangan). Kedua istilah ini sering digunakan secara bergantian atau tertukar hingga timbul istilah yang ketiga, geospasial. Ketiga istilah ini mengandung pengertian yang sama di dalam konteks SIG. Penggunaan kata “geografis” mengandung pengertian suatu persoalan mengenai bumi : permukaan dua atau tiga dimensi.

Istilah “informasi geografis” mengandung pengertian informasi mengenai tempat-tempat yang terletak dipermukaan bumi, pengetahuan mengenai posisi dimana suatu objek terletak dipermukaan bumi, dan informasi mengenai keterangan-keterangan (atribut) yang terdapat di permukaan bumi yang posisinya diberikan atau diketahui.

Dengan memperhatikan pengertian sistem informasi, maka SIG merupakan suatu kesatuan formal yang terdiri dari berbagai sumber daya fisik dan logika yang berkenaan dengan objek-objek yang terdapat di permukaan bumi. Jadi, SIG juga merupakan sejenis perangkat lunak yang dapat digunakan untuk pemasukan, penyimpanan, manipulasi, menampilkan, dan keluaran informasi geografis berikut atribut-atributnya.

5.2.4. Sistem Informasi Lainnya

Selain ketiga sistem informasi yang telah disebutkan di atas, masih banyak lagi tipe-tipe CBIS yang sudah, sedang, dan akan berkembang. Karena jumlah dan variasinya selalu meningkat, definisi bakunya belum jelas, dan sering kali suatu tipe CBIS merupakan turunan atau modifikasi dari tipe CBIS lainnya, maka tidak selalu mudah untuk membedakan secara jelas antara suatu tipe CBIS dengan tipe CBIS lainnya. Contoh tipe-tipe CBIS yang lain adalah sistem informasi akuntansi, sistem informasi eksekutif, sistem pakar, sistem informasi pemasaran, sistem informasi keuangan dan perpajakan, sistem informasi pembelian, sistem informasi personalia, sistem informasi rekayasa dan sebagainya. Masing-masing tipe CBIS akan berkembang sesuai dengan makin luas dan dalamnya ilmu-ilmu yang bersangkutan, *trend* teknologi, jumlah pakar yang berkompeten dibidangnya, dan banyaknya permintaan pasar. Tulisan ini tidak ditujukan untuk membahas semua tipe CBIS secara lengkap tetapi hanya menekankan pada deskripsi ringkas

mengenai tipe-tipe CBIS, dan pengertian-pengertian beserta relasi-relasi yang terdapat pada terminologi data, informasi, sistem, sistem informasi, dan sistem informasi geografis yang juga termasuk sebagai salah satu tipe CBIS yang sangat populer saat ini.

\Tugas dan Pertanyaan

1. Apakah yang dimaksud dengan data, jelaskan dan beri contoh ?
2. Apakah yang dimaksud dengan informasi, jelaskan dan beri contoh ?
3. Apakah yang dimaksud dengan sistem, jelaskan dan beri contoh ?

Daftar Pustaka

- Aronoff, Stan, 1992, *Geographic Information Systems, A Management Perspective*, WDL Publication, Ottawa, Canada.
- Bernhardson, Tor, 1992, *Geographic Information Systems*, Norwegian Mapping, Norway.
- , 2000, *History of Geographic Information System*, Lecture Note, http://www.gisca.adelaide.edu.au/~bbryan/lectures/dbms/hist_of_gis/, The University of Adelaide, Australia.
- Eddy Prahasta, 2001, *Sistem Informasi Geografi*, Informatika, Bandung.
- Dulbahri, 1993, *Sistem Informasi Geografi, Diktat Kuliah*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.



BAB IV
PROSES PEMASUKAN DATA

1. Pendahuluan

Pada bab ini akan diterangkan proses pemasukan data. Data tersebut dapat berupa data garis, titik, atau poligon. Mahasiswa diharapkan mampu memasukkan data setelah mengerti tentang sistem informasi geografi secara menyeluruh.

Bab ini menjelaskan proses dari input sampai output data. Hasil yang diharapkan suatu data analisis yang bersifat keruangan. Data tersebut dapat berupa grafik, tabel, maupun peta. Waktu tatap muka yang dilaksanakan sebanyak tiga, dengan volume pertemuan 3 x 100 menit.

2. Masukan dan Luaran Data

Sistem informasi geografi terdiri dari beberapa subsistem, dari subsistem masukan data hingga analisisnya. SIG hanya dapat dimanfaatkan dengan benar apabila data yang diolah benar. Pekerjaan memasukkan data dalam SIG merupakan pekerjaan yang memakan waktu, dan tahap ini merupakan tahap pertama yang sangat penting dan akan menentukan hasil akhir dari proses dalam SIG. Ketepatan informasi hanya akan diperoleh bila memasukkan datanya tepat dan benar.

Fungsi masukan dan luaran data pada SIG merupakan suatu proses komunikasi dengan fenomena dan objek alam. SIG dapat dimanfaatkan untuk menentukan model dengan data yang terpilih sehingga pandangan dan pengetahuan para penggunanya tentang persoalan yang dihadapi mendekati kenyataan di lapangan.

Data yang dimasukkan pada SIG terdiri dari dua tipe ialah: data keruangan yang berasosiasi dengan atribut dan data keruangan yang berkaitan dengan lokasi geografis, satu informasi yang perlu dimasukkan dalam SIG adalah kaitan antara data keruangan dan non-keruangan. Pemasukkan data pada SIG dapat dilakukan secara manual ataupun otomatis.

3. Masukan Data Manual

Pekerjaan memasukkan data secara manual dilakukan dengan menggunakan meja digitasi. Meja ini terdiri dari pixel yang berukuran kecil dan tiap pixel menunjukkan posisi secara elektronikal. Koordinat data yang dihasilkan melalui meja digitasi secara otomatis akan diproses di dalam SIG. Efisiensi pemanfaatan digitasi ditentukan oleh perangkat lunak yang dimanfaatkan dan kecekatan operator.

Pendigitasian terdiri atas empat tahap, ialah:

- Penyiapan peta yang akan digitasi
- Menentukan koordinat peta
- Edit dan koreksi data sebelum disimpan dalam data dasar
- Memasukkan atribut dengan kode

Peta yang akan digitasi terlebih dahulu harus dalam keadaan benar, artinya peta harus merupakan lembar bidang daftar tanpa bekas lipatan dan sobek, tidak terdapat isi yang meragukan artinya jelas sehingga setiap label dari kenampakan dapat dibaca dan diikuti dengan mudah dengan kursor. Pencatatan koordinat dengan digitasi mempunyai satuan milimeter, koordinat ini bereferensi pada sistem koordinat meja digitasi. Bila data yang akan di digitasi berupa peta maka koordinat digitasi harus ditransformasikan disesuaikan dengan koordinat peta dan skala harus dirubah dari milimeter ke meter. Untuk melakukan transformasi agar terdapat kesesuaian koordinat, paling tidak diambil tiga titik yang harus ditransformasikan sebagai titik kontrol. Ketiga titik yang digunakan seharusnya adalah titik-titik yang diketahui kedudukannya di lapangan. Pengambilan titik-titik yang lokasi di lapangan diketahui dapat digunakan sebagai kontrol bila terjadi pengkerutan atau pembesaran materi yang didigitasi. Dalam pelaksanaan peta yang akan didigitasi boleh dilepas dari meja digitasi karena sistem koordinat pada meja digitasi telah disesuaikan dengan sistem koordinat peta dan hal ini tidak akan menimbulkan kesalahan.

Digitasi data titik dan garis tidak merupakan hal yang sukar tetapi pendigitasian area/poligon pada umumnya merupakan kesukaran karena batas dua poligon harus digitasi dua dan hal ini tidak mungkin dilakukan secara tepat. Untuk

mengatasi kesukaran ini batas hanya didigitasi satu kali untuk hal tersebut maka pada perangkat lunak secara tepat yang terdapat pada peta.

Pengeditan dilakukan karena kesalahan pada saat digitasi selalu terjadi, mengikuti data garis dengan cermat secara tepat sangat melelahkan, kesalahan yang timbul harus dibenarkan agar tidak terjadi kesalahan dalam analisis. Kesalahan dalam digitasi umumnya terjadi pada:

- sambungan garis
- terlalu panjang atau pendek satuan garis
- kelolosan mencantumkan garis atau titik
- pencatatan rangkap
- kesalahan kode
- kesalahan lokasi

Untuk menghilangkan kesalahan-kesalahan tersebut harus dilakukan pengeditan dan fasilitas yang terdapat dalam SIG adalah:

- fungsi perbesaran (*zoom*) untuk perbesaran atau perkecilan penayangan
- penghapusan titik akhir (*delete last point*)
- penghapusan garis (*delete line*) fasilitas ini dapat digunakan juga untuk perbaruan data
- pengancingan (*snap*) dalam hal ini diartikan pengkaitan dan penyambungan fasilitas ini digunakan dalam penyambungan segmen garis dengan segmen lainnya
- fungsi pindah (*move*), fasilitas ini digunakan untuk memindahkan titik ke lokasi baru
- fungsi geometri

Fasilitas untuk edit yang terdapat dalam SIG menghindarkan kesalahan awal setelah digitasi selesai pada umumnya segera dilaksanakan, kesalahan pada tiap titik ataupun garis akan segera diketahui lokasinya dan segmennya bila yang dikoreksi garis.

Pemasukkan atribut umumnya dilakukan secara langsung dengan “keyboard”, tombol cursor atau dengan digitasi dengan perintah khusus. Label biasanya dimasukkan setelah seluruh poligon dicek kebenarannya.

4. Penyiaman (*Scanning*)

Masukkan data dengan alat penyiaman dapat menghemat waktu. Penyiaman dapat dilakukan dengan detektor elektronik yang dapat bergerak. Penyiam yang telah terkenal luas adalah penyiam tabung (*drum scanner*), dan penyiam datar (*flatbed scanner*).



Gambar 6.1. Proses Masukan Data dengan Alat Penyiam/Scanner

5. Luaran Data

Tujuan utama pemrosesan data dengan memanfaatkan sistem informasi geografi adalah untuk mendapatkan informasi keruangan yang mempunyai referensi geografi dan kemudian dapat digunakan oleh para perencana, pengelola sumberdaya dan pengambil keputusan. Informasi keruangan ini dapat berupa raster dapat dianalisis dengan memanfaatkan metode pendekatan keruangan dengan cara tumpangsusun. Luaran dapat berupa informasi dalam bentuk cetak, grafik, atau tabel, kecuali luaran tersebut. Luaran dapat pula ditayangkan pada monitor komputer.

Penayangan pada monitor komputer apabila pada komputer terpasang “*graphic card*” yang dapat mengontrol penayangan.

Hasil luaran cetak dan penayangan citra mempunyai perbedaan tujuan pemanfaatan. Penayangan digunakan untuk proses interaktif agar mudah diperbaiki dan dirubah dan ini bukan hasil akhir, sedang luaran cetak merupakan hasil akhir.

Luaran pemrosesan data dalam SIG secara garis besar dapat dimanfaatkan untuk mendapatkan informasi dalam bentuk peta, grafik ataupun tabel. Selanjutnya luaran dapat pula berupa hasil analisis, dengan menggunakan pendekatan geografi dalam hal ini adalah analisis keruangan dengan cara tumpang-susun, atau melalui metode analisis tabel gabungan yang biasanya disebut tabel dua dimensi. Luaran dari analisis ini merupakan bahan pertimbangan dalam menentukan perencanaan atau pengambilan keputusan.

6. Kualitas Data

Pemanfaatan Sistem informasi Geografis ditujukan untuk mendapatkan data dan informasi untuk menopang perencanaan dan pengambilan keputusan dalam melaksanakan suatu tindakan untuk pengelolaan sumber daya ataupun perencanaan penggunaan lahan. Informasi yang dianalisis akan bermanfaat bila kualitas data dan langkah yang diterapkan benar. Ketepatan data merupakan hal yang penting dan tingkat ketepatan tergantung pada pembuat keputusan untuk apa data dan informasi tersebut dipergunakan. Untuk mendapatkan dan mengetahui ketepatan data maka validitas data harus diketahui terlebih dahulu dan validitas data ini tergantung pada kriteria yang ditentukan oleh penilaian yang tercermin dari penilaian umum.

7. Komponen Kualitas Data

Data yang bermanfaat untuk diproses dalam sistem informasi geografi adalah data yang relatif mempunyai tingkat ketepatan tertentu. Terdapat sembilan komponen yang berpengaruh terhadap kualitas data (Aronoff, 1989). Walaupun demikian kesembilan komponen tersebut dapat digolongkan menjadi tiga kategori

(Anourrough, 1986, Aronoff, 1989). Kategori yang dikemukakan oleh Aronoff adalah: komponen mikro dan makro penggunaan.

8. Komponen Tingkat Mikro

Komponen tingkat mikro adalah faktor kualitas data yang pertama terhadap elemen data individualnya. Komponen ini menentukan kualitas data. Komponen ini pada umumnya dievaluasi secara statistik dan hasilnya dibandingkan dengan sumber data lain yang kualitasnya lebih tinggi. Komponen yang tersebut meliputi ketepatan posisional, ketepatan atribut, kemapanan logik (*Logical Consistency*) dan resolusi.

9. Ketepatan Posisional

Ketepatan posisional dalam satuan data sering mengalami deviasi terhadap obyek tersebut di lapangan. Penyimpangan posisional ini terjadi karena ketidaksesuaian sistematis. Ketidaksesuaian ini telah diperkirakan terlebih dahulu secara teoritis sudah diketahui. Hal ini disebut bias. Bias diartikan ketidaksesuaian sistematis antara posisi data dan posisi obyek di lapangan. Nilai bias posisi suatu data harusnya sama dengan nol (0). Bila bias sama dengan nol berarti tidak terjadi penyimpangan secara sistematis. Bias dihitung secara rata-rata dari titik-titik sampel.

Bias inilah yang berpengaruh terhadap ketepatan posisional, faktor lain yang berpengaruh terhadap ketepatan posisional adalah kecermatan (*precision*). Kecermatan adalah penyebaran kesalahan posisi elemen datanya. Kecermatan dapat diperkirakan secara statistik dengan mengukur standar deviasi terhadap uji-uji terpilih bila standar deviasinya kecil berarti penyebaran kesalahan posisi juga kecil, Kecermatan yang tinggi akan menghasilkan data yang pasti.

10. Ketepatan Pengenal/Atribut

Ketepatan Pengenal merupakan permasalahan dalam proses data dengan SIG untuk semua macam data. Letak kesalahan bukan pada data dasar atau database tetapi pada pemberian nama/kelas/peringkat. Kesalahan seperti ini terjadi

juga pada proses generalisasi kartografis atau ketidaksesuaian antara skala dengan kenampakan lapangan.

11. Konsistensi Logikal (Logical Consistance)

Konsistensi Logikal mempermudah dalam melakukan analisis keruangan. Konsistensi batas data raster atau poligon pada semua sumber data harus konsisten untuk kenampakan yang sama. Batas kenampakan harus konsisten pada semua sumber agar mudah dalam analisis dan perhitungan. Batas kedua kenampakan pada dua sumber atau lebih harus sama bila terjadi perbedaan batas dua kenampakan maka sukar menetapkan batas yang benar. Ketidaktentuan ini disebut batas kabur (*Fuzzy Boundary*) walaupun pembetulan terhadap batas ini dapat dilakukan, tetapi ketidaktentuan tetap terjadi karena dari dua garis batas yang ada tidak dapat dipastikan garis mana yang benar.

12. Resolusi

Resolusi pada satuan data adalah unit terkecil yang dapat ditampilkan, dalam penginderaan jauh resolusi diartikan sebagai resolusi keruangan. Dalam pemetaan tematik satuan pemetaan minimum. Dalam SIG satuan pemetaan terkecil tidak diberi batas, dapat sangat kecil, karena penyimpanan data dalam SIG tidak ditentukan oleh skala. Data geografi dalam SIG tidak mempunyai skala tertentu, data tersebut dapat ditampilkan dalam berbagai tingkat ketepatan dan resolusi yang sesuai untuk satu kepentingan tertentu. Walaupun demikian ukuran resolusi yang berasal dari berbagai sumber seharusnya sama.

13. Komponen Tingkat Makro

Komponen tingkat makro kualitas data membicarakan satuan data secara keseluruhan. Pada tahap ini data tidak perlu lagi di tes tetapi sudah untuk dievaluasi oleh ketentuan (*Judgment*) dalam hal ini kelengkapan (*Completeness*) atau laporan informasi tentang data tersebut. Pada Komponen tingkat makro tiga komponen ialah: kelengkapan, waktu, dan relevansi keterangan (*lineage*).

14. Kelengkapan (*Completeness*)

Terdapat beberapa aspek kelengkapan kualitas data. Walaupun demikian aspek tersebut dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok ialah kelengkapan liputan, klasifikasi dan verifikasi.

Kelengkapan liputan, untuk setiap bagian dari suatu daerah tertentu seharusnya tersedia, kelengkapan ini termasuk juga kelengkapan atribut. Liputan dan atribut merupakan data yang diperlukan didalam penelitian. Untuk mendukung terlaksananya pemrosesan dan pemanfaatan SIG, kelengkapan terhadap klasifikasi merupakan hal penting kerana klasifikasi akan menentukan kerincian informasi. Kelengkapan klasifikasi ini bermanfaat pula untuk menyesuaikan keadaan data bila terjadi ketidakcocokan pengertian atau lembar peta sebagai sumber data.

Jumlah dan pengukuran lapangan atau sumber informasi lain yang dapat digunakan untuk mengembangkan data disebut kelengkapan verifikasi. Kelengkapan verifikasi termasuk juga melakukan indikasi nama kenampakan geografi.

Faktor waktu merupakan hambatan tersendiri dalam mendapatkan data sesuai dengan aktivitas yang diinginkan. Data pada umumnya dikumpulkan pada waktu yang lampau. Data yang cepat berubah merupakan hambatan bagi pelaksana analisis. Aspek waktu merupakan hal yang biasa yang dihadapi dalam menentukan kualitas data. Untuk ini informasi geografi yang cepat berubah pencantuman waktu sangat berguna sehingga pengguna data mengetahui perubahan yang terjadi.

15. Relevansi Keterangan (*lineage*)

Setiap data dikumpulkan dengan cara tertentu dan langkah pelaksanaan pengumpulan dan pemrosesan memberi tingkat penyimpangan berbeda. Keterangan tentang cara pengumpulan data, perlu diketahui agar setiap pemakai mengetahui atau dapat memperhatikan tingkat penyimpangan datanya.

16. Komponen Pengguna

Kelompok pengguna dapat menentukan kualitas data sebenarnya tidak secara langsung. Peran pengguna lebih ditekankan pada kemampuan menyediakan biaya.

Pada komponen ini, kemudahan mempunyai peran walaupun tidak secara langsung. Beberapa data yang diperlukan sering tidak dapat diperoleh karena peraturan atau dibatasi karena merupakan rahasia negara.

Faktor biaya secara tidak langsung juga berpengaruh terhadap kualitas data. Sumber data digital dan citra penginderaan jauh pada umumnya mahal. Bila data tersebut diperlukan tetapi biaya tidak ada maka data yang tepat dan baru tidak dapat diperoleh karenanya data lama terpaksa digunakan dan dengan sendirinya hal ini akan berpengaruh terhadap hasil akhir informasi atau hasil analisisnya. Komponen pengguna secara keseluruhan mempunyai pengaruh secara tidak langsung komponen lainya dapat berpengaruh terhadap kualitas data yang akan digunakan dalam SIG.

17. Sumber Kesalahan

Nilai suatu informasi hanya dapat diperkirakan dengan sesuatu keputusan. Yang dimaksud keputusan adalah suatu pilihan dari.

Informasi Geografi mempunyai penyimpangan. Penyimpangan ini diperoleh dalam rangka menghasilkan informasi atau memanfaatkan informasi dengan SIG. Penyimpangan dapat terjadi sejak pengumpulan data hingga interpretasi dan hasil analisis. Kesalahan atau penyimpangan tidak mungkin dihilangkan agar data yang tersedia tidak memberi penyimpangan yang besar.

Sumber Kesalahan dalam Sistem Informasi Geografi (Aronoff, 1989) adalah:

Tahap	Sumber Kesalahan
Pengumpulan data	Kesalahan pengukuran data lapangan, kesalahan penggunaan peta sebagai sumber data, kesalahan analisis data penginderaan jauh
Masukan data	Tidak tepat dalam digitasi baik oleh orang kemampuan alatnya, tidak tepatnya kenampakan geografi
Penimbunan data	Kurang tepat secara rumus, kurang tepat secara

	keruangan
Manipulasi data	<ul style="list-style-type: none"> - Tidak tepat interval kelas - Penyimpangan batas - Penyimpangan dalam melakukan tumpangsusun - Penyimpangan batas, sehingga tidak tepatnya batas menghasilkan beda luas yang sangat kecil pada tumpangsusun poligon
Luaran data	<ul style="list-style-type: none"> - pembuatan skala yang kurang tepat - penyimpangan karena kurang tepatnya luaran alat - Penyimpanagn karena kurang stabilnya media.
Penggunaan hasil	<ul style="list-style-type: none"> - Informasi tidak benar - Pemanfaatan informasi yang tidak tepat

18. Penyimpangan Pengumpulan Data

Penyimpangan dalam pengumpulan data sering terjadi akibat kesalahan pengukuran, pencatatan di lapangan, atau ketidaktepatan dalam melakukan interpretasi data penginderaan jauh.

19. Pemasukan Data

Alat digitasi mempunyai ketepatan tinggi pada bagian tengah, tampak ke tepi ketepatan ini berkurang. Pada saat digitasi pada bagian tepi, pelaksana sering melakukan kesalahan, pemasukan bentuk lengkung kadang-kadang dimasukkan sebagai beberapa segmen garis lurus. Pemasukan digital harus dilakukan dengan tepat, pada konversi format sering terjadi kesalahan. Konversi raster ke vektor sering juga menimbulkan kesalahan.

Manipulasi data pada SIG yang memanfaatkan metode tumpangsusun biasanya menimbulkan kesalahan tampak banyak peta yang ditumpangsusunkan tambah besar penyimpangan yang terjadi. Banyak kesalahan dari manipulasi yang disebabkan oleh faktor batas.

Masukan data yang benar batasnya sangat diperlukan dalam analisis keruangan yang memanfaatkan metode tumpangsusun. Sumber kesalahan luaran,

kesalahan pada luaran data atau sumber informasi terletak pada “plotting” hasil oleh alat. Kesalahan dapat juga terjadi karena terjadi pengkerutan atau pengembangan materi cetak, peristiwa ini akan berpengaruh pada skala peta. Pemanfaatan hasil, penyimpanan juga, terjadi bila harapan yang dihasilkan dengan SIG ialah pemanfaatan. Hasil dapat menimbulkan kesalahan bila penggunaannya tidak tepat, tingkat ketepatan selalu disesuaikan dengan tujuan pemrosesan data. Kesalahan semacam ini sama sekali karena SIG tetapi disebabkan oleh orang dan hal ini karena kurang dimengertinya peran informasi geografi.

20. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografi

Pemanfaatan SIG lebih menunjukkan pertemuan antara teknologi dan manusia. Pada tahap ini penilaian terhadap SIG harus dilakukan secermat mungkin, baik kemudahn yang diperoleh atau kecermatan serta kecepatan pelaksanaan proses dan kegunaannya. Melalui interkasi antara alat dan manusia harus dapat diciptakan efisiensi dan ketepatan hasil.

Komputer adalah suatu alat yang dapat dimanfaatkan untuk mengontrol sistem informasi melalui suatu pusat, untuk meningkatkan kekuatan pelaksana administrasi dan ahli yang mengaturnya agar terdapat efektivitas dalam pelaksanaan kerja.

Faktor manusia menentukan pemanfaatan SIG. para pengguna harus dikoordinasi, data dasar harus dipolakan (*design*), latihan terhadap pemanfaatan harus dilakukan sebaik mungkin agar para pengguna dapat menilai kekuatan SIG dalam pelaksanaan kerja. Fasilitas SIG baru bermanfaat bila sistem ini digunakan secara luas, informasi yang dapat disimpan dan diproses pada SIG akan mempermudah pengguna dalam menentukan kebijakan. Satu keunggulan SIG, analisis terpadu dapat dengan mudah dilaksanakan, walaupun datanya terdiri dari berbagai macam.

SIG akan lebih efektif apabila terdapat jaminan adanya ketepatan data yang meliputi ketepatan posisi geografis dan atributnya. Ketepatan yang menyangkut ketepatan data adalah standarisasi. Standarisasi merupakan permasalahan yang harus diatasi oleh berbagai pihak baik penghasil data maupun

penggunanya. Adanya standarisasi dan kesamaan pendapat tentang data akan mempermudah kerjasama antar pengguna data. Setiap pengguna dapat mengetahui apa yang dikehendaki dan diperkirakan. Informasi yang mempunyai standar akan mempermudah pemanfaatan, distribusinya. standarisasi informasi dapat pula ditinjau dari dua sisi, ialah sisi penghasil dan sisi pengguna, pengguna harus menyesuaikan pada informasi yang dihasilkan yang memenuhi persyaratan, karena tidak mungkin terdapat suatu informasi yang mempunyai ketepatan absolut, seratus persen benar. Informasi yang benar baik isi dan lokasinya akan mempermudah penganalisisnya terutama analisis keruangan.

Sistem informasi geografi adalah suatu alat yang dapat digunakan secara luas oleh berbagai macam pengguna. Para pengguna SIG harus mengetahui setiap macam perangkat lunak maupun perangkat kerasnya. Pemanfaatan SIG harus memberi efisiensi dalam setiap langkah kerja maupun ketepatan hasil informasi maupun analisis. Sistem informasi geografi akan memberi hasil secara optimum kalau SIG digunakan secara efektif dalam pengorganisasian maupun pemanfaatannya.

Tugas dan Pertanyaan

1. Buatlah ringkasan bagaimana proses pemasukan data dalam sistem informasi geografi ?

Daftar Pustaka

- Dulbahri, 1999, Sistem Informasi Geografi, *Diktat Kuliah*, PUSPICS Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Dulbahri, 1993, Sistem Informasi Geografi, *Diktat Kuliah*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Suharyadi, Retnadi, 1993, Mengolah Data Spasial dengan Sistem Informasi Geografi PC Arc/Info, *Hand Out Kuliah*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.
- Team RePPMIT, 1991, P Understanding GIS The Arc/Info Method, *Hand Out Pelatihan SIG*, Bakosurtanal, Bogor,.



BAB V MANAJEMEN DAN PERANGKAT SISTEM INFORMASI GEOGRAFI

1. Pendahuluan

Bab ini membicarakan manajemen dan perangkat dalam sistem informasi geografi. Perangkat SIG yang dimaksud adalah perangkat lunak (*software*), dan perangkat keras (*hardware*).

Waktu yang diperlukan untuk membahasnya adalah dua kali tatap muka dengan volume pertemuan sebanyak 2 x 100 menit. Setelah mahasiswa mengerti dan mampu menjelaskan manajemen dan perangkat SIG, diharapkan praktek sistem informasi yang akan dilakukan sudah dapat diikuti dengan baik.

2. WHAT IS THE GEOGRAPHY INFORMATION SYSTEM (GIS) ?

Banyaknya definisi

- Suatu sistem yang didesain (*Design System*) untuk bekerja dengan data spasial atau data berujuk koordinat geografis
- SIG adalah saran untuk mengintegrasikan data yang diperoleh dalam berbagai skala dan waktu dan berbagai format
- SIG adalah kumpulan database (basis data) dengan kemampuan khusus bekerja dengan data spasial
- SIG adalah peta tingkat tinggi
- A computer-based system of capabilities to handle geo-referenced data (*map data, image data*)
 1. Input data (*digital or digitized data*)
 2. Data management (*storage and retrieval*)
 3. Manipulation and analysis
 4. Modeling, trend, prototypes
 5. Output (*hardcopy map, CD, diskette*)
 6. Data transfer (data exchange)

Sistem informasi geografis atau yang lebih populer dengan nama GIS (*geographical information system*); sebuah sistem untuk :

1. Pengelolaan,
2. Penyimpanan,
3. Pemrosesan atau manipulasi,
4. Analisis,
5. Dan penayangan data;

Untuk dapat mengoperasikan sistem ini dibutuhkan perangkat lunak, keras, dan 'brain' (komponen sig digital).

Software Program komputer yang sesuai untuk tujuan tersebut diatas

Hardware Komputer yang dapat dioperasikan untuk menjalankan perangkat lunaknya

Brainware..... Tenaga ahli

3. D A T A

- Data spasial (grafis)
- Data atribut (no-spasial)

3.1. Tipe data grafis

1. Titik
2. Garis
3. Poligon

3.2. Data atribut

Kualitatif Kelas jalan

Kategori penggunaan lahan, dan
Kemampuan lahan

Kuantitatif Titik tinggi

Garis kontur

Jumlah penduduk

4. Cara penyajian dan pengolahan data grafis dalam sig

1. Format data vektor
2. Format data raster

5. Sumber data

- Pengukuran lapangan (grafis & atribut)
- Peta publikasi (grafis & atribut)
- Data penginderaan jauh (grafis & atribut)
- Data statistik (atribut)

Perangkat lunak sistem informasi geografis (digital) pada umumnya mempunyai **tiga fasilitas utama** yang saling terkait :

- Input data
- Pemrosesan data
- Output data

Input data

- Manual (semi-manual)

- Digitasi
- Penyiaman (*scanning*)
- Hasil pengolahan data satelit digital

Pemrosesan data:

1. Pemrosesan data atribut
 - Query
 - Perhitungan
2. Pemrosesan data grafis
 - Pengubahan skala
 - Pengubahan sistem proyeksi
 - Rotasi dan translasi
 - Pengkondisian (*query spasial*)
 - Tumpang-susun (*overlay*)
 - Re-klasifikasi
 - Jarak (interpolasi spasial)
 - Model medan digital (model elevasi digital)
 - Modelling & kalkulasi data grafis
3. Terpadu antara grafis & atribut
 - pengkaitan atribut ke grafis (dengan simbol area/warna, angka, atau diagram)

Output Data :

- Tabel
Tabel dapat berupa angka-angka analisis dan hasil overlay
- Grafik/diagram
Grafik/gambar dapat berupa garis maupun poligon
- Peta

6. ISTILAH-ISTILAH SIG

Beberapa istilah yang berkaitan dengan SIG (Antenucci, 1991: hal 6)

: Geographic Information System (GIS)

: Geographical Information system (GIS)

: Computer-Assisted (or aided) Mapping (CAM)

- : Computer-Aided Design (CAD)
- : Land Information System (LIS)
- : Digital Image Processing (DIP)
- : Database (Pengolahan Data)

7. SISTEM INFORMASI GEOGRAFI BERBASIS RASTER VS VEKTOR

7.1. Struktur Data

- : Pemilihan struktur data yang tepat merupakan hal yang paling utama dalam pengolahan data spasial secara digital.
- : Jenis Data Spasial (titik, garis, area/poligon) non Spasial (atributnya).

7.2. Struktur Data Raster

Data Raster : sel, grid

Data Grafis Raster : Menyajikan data grafis dalam bentuk bujur sangkar (grid) dengan pola reguler.

: Baris dan kolom grid menunjukkan lokasi, sedangkan nilai setiap grid adalah atributnya.

Contoh

Data Raster : Hasil rekaman citra satelit
 Hasil penyiaman (*scanning*)
 Konversi dari data vektor.

Keuntungan Data Raster dan Vektor

Raster	Vektor
➤ Struktur sederhana	➤ Hasil penayangan maupun cetaknya mempunyai kualitas sangat baik.
➤ Pemrosesan sederhana karena setiap unit seragam ukurannya (tumpangtusun, pengkaitan dengan atributnya)	➤ Rinci dan teliti
➤ Memungkinkan digabungkan dengan data dari satelit P.J.	➤ Memungkinkan dilakukan generalisasi dan perbaikan data
	➤ Sesuai untuk analisis network

Kelemahan Data Raster dan Vektor

Raster	Vektor
<ul style="list-style-type: none">➤ Volume datanya besar (dengan ukuran grid yang kecil), tetapi apabila menggunakan ukuran grid besar akan kehilangan banyak informasi➤ Untuk penayangan atau pencetakan dengan skala besar sering kualitasnya kurang baik➤ Kurang baik untuk analisis network	<ul style="list-style-type: none">➤ Struktur rumit➤ Pemrosesan sangat kompleks (tumpangtindih)

8. KESALAHAN-KESALAHAN SIG

Beberapa kesalahan umum dalam pemanfaatan sistem informasi geografi:

1. Kesalahan dalam memilih perangkat lunak (*software*)
Sig berbasis raster atau vektor bukan merupakan
2. perangkat lunak SIG.
Perangkat lunak dan keras (*software dan hardware*) bukan merupakan satu-satunya tolok ukur yang menentukan keberhasilan suatu survei yang menggunakan SIG (input dan sumberdaya manusia).
3. Editing dapat dilakukan dengan mudah ?
Banyak yang beranggapan bahwa, dengan menggunakan SIG editing data akan dapat dilakukan dengan mudah dan sederhana.
4. Hasilnya lebih eliti dan rinci ?
Ketelitian sangat dipengaruhi oleh input data/peta analog, dan ketelitian alat yang digunakan.
5. Dapat diterapkan untuk segala bentuk modelling spasial SIG lebih adianggap pada logika.
6. Kaidah kartografi suatu peta sering ditinggalkan
7. SIG sering dipaksakan untuk dimanfaatkan pada setiap survei dan pemetaan

9. PERANGKAT LUNAK SIG (SOFTWARE)

1. ArcInfo : Perangkat lunak yang berbasis vektor
Arc.....pengolahan data grafis

- Info.....pengolahan data atribut
- Keunggulan : Cetakan yang dihasilkan mempunyai kualitas sangat baik
2. Erdas : Perangkat lunak SIG dan pemrosesan data PJ digital (*image processing*).
Berbasis raster
- Keunggulan : Fasilitas pemrosesan digital sangat baik.
3. Ilwis : Perangkat lunak SIG dan pemrosesan data PJ digital
(*image processing*) berbasis raster
- Keunggulan : Fasilitas untuk SIG sangat baik dan relatif murah, mudah dioperasikan, dan merupakan gabungan dua, perangkat lunak.
4. MapInfo : Perangkat lunak SIG berbasis raster
- Keunggulan : Sesuai untuk pembuatan peta tematik yang menggunakan data atribut sebagai masukannya, data atribut dari berbagai format dapat langsung dibaca tanpa diperlukan konversi, relatif murah dan sederhana
5. ArcView : Perangkat lunak SIG berbasis vektor
- Keunggulan : sangat baik dalam layout peta, mudah dan sederhana dalam operasionalnya.
6. AutoCadMap : Perangkat lunak SIG berbasis vektor
- Keunggulan : sangat baik dalam pembuatan grafis, mudah dan sederhana, memungkinkan pembuatan tiga dimensional.
7. Raster To Vektor : Perangkat lunak SIG berbasis raster ke vektor
- Keunggulan : sangat baik dalam digitasi, memungkinkan pembuatan tiga dimensi

10. PERANGKAT KERAS SIG (*HARDWARE*)

1. Komputer : Harddisk minimum 40 MB

Satu serial dan satu paralel port

2. Graphic monitor : Monitor yang digunakan disesuaikan dengan graphic board yang digunakan.
3. Grphic board : VGA minimal 64 MB
4. Meja digitizer : Point mode, dan stream mode
Ukuran meja A3 sampai dengan A0
12 button (4 button + scale bar)
5. Plotter : Pen plotter
6. Printer warna : Paintjet
7. Mouse
8. Hardware key (*security key*)

11. MANAJEMEN BASIS DATA SIG

1. Basis Data

Kumpulan data di dalam komputer dalam struktur data tertentu sehingga data tersebut dapat ditambah, diperbaiki, dan dipanggil kembali secara cepat untuk berbagai keperluan.

2. Basis Data SIG

Didefinisikan sebagai kumpulan dari data grafis dan atribut yang saling terkait menjadi satu kesatuan yang dapat ditambah, diperbaiki, dan dipanggil kembali secara cepat untuk berbagai keperluan

Gambar. Basis Data SIG meliputi Data Grafis dan Atribut

3. Kapan diperlukan manajemen basis data

- Aplikasi SIG untuk tujuan individual dan pada daerah yang sempit belum mengalami kendala yang serius dalam hal manajemen basis data.
- Aplikasi SIG untuk multi tujuan atau aplikasi pada daerah yang luas memerlukan sistem manajemen basis data.

4. Keengganan membangun basis data, sebab:

- Basis data proses yang mahal
- Pembangunannya memakan waktu
- Basis data memerlukan sumber masalah dalam pelaksanaan SIG

5. Macam-macam manajemen basis data, berupa:

- Struktur data (vektor dan raster)
- Skala
- Sistem proyeksi
- Lembar
- Layer
- Kode (identitas)

Daftar Tugas dan Pertanyaan

1. Buatlah ringkasan mengenai manajemen data dalam SIG !
2. Sebutkan macam-macam manajemen basis data ?

Daftar Pustaka

- Aronoff, Stan, 1992, *Geographic Information Systems, A Management Perspective*, WDL Publication, Ottawa, Canada.
- Burrough. Peter, and Rachell A. Mc. Donall, 1998, *Principles of Geographic Information Systems*, Oxford University Press, Inc., New York.
- Dulbahri, 1999, Sistem Informasi Geografi, *Diktat Kuliah*, PUSPICS Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.

Dulbahri, 1993, Sistem Informasi Geografi, *Diktat Kuliah*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.

Suharyadi, Retnadi, 1993, Mengolah Data Spasial dengan Sistem Informasi Geografi PC Arc/Info, *Hand Out Kuliah*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta, hal. 1-7.

Team RePPMIT, 1991, P Understanding GIS The Arc/Info Method, *Hand Out Pelatihan SIG*, Bakosurtanal, Bogor.

