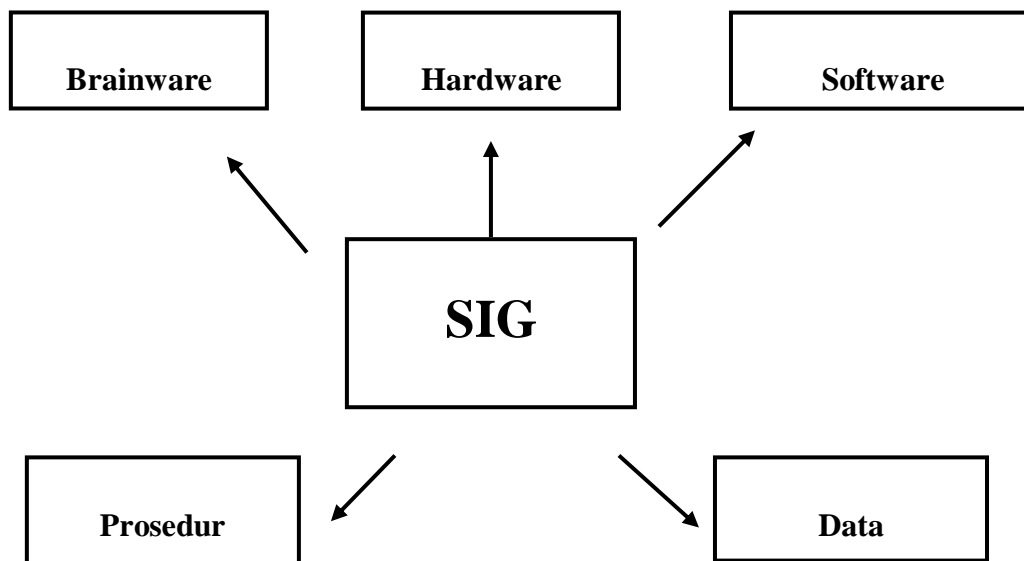


MODUL III

KOMPONEN DAN SUB SISTEM SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

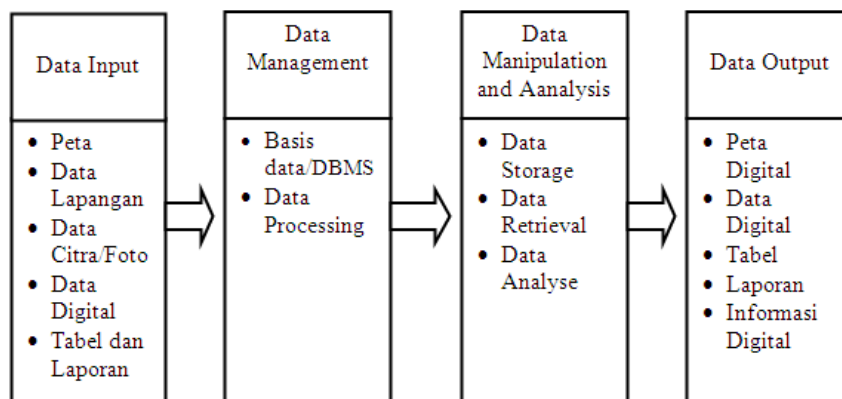
Sebagai salah satu jenis sistem informasi yang berbasis komputer, SIG tentunya membutuhkan seperangkat komputer sebagai komponen-komponen utamanya termasuk sumberdaya manusia yang mengoperasikannya. Hal ini tidak lain seperti prinsip dasar pengoperasian komputer pada umumnya, bahwa proses yang akan terjadi pasti diawali dengan ketersediaan *brainware*, *hardware* dan *software*. Oleh karena itu, sebagian penulis berpendapat bahwa SIG adalah merupakan alat, metode, dan prosedur yang akan mempermudah dan mempercepat penyajian informasi. Selain ketiga komponen inti tersebut, dalam SIG juga diperlukan prosedur kerja dan data. Hubungan antara kelima komponen SIG ini dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Komponen-komponen Sistem Informasi Geografis

Disamping perangkat keras dan perangkat lunak, peranan pelaksana yaitu manusia yang akan menjalankan, menganalisa, memanipulasi *database* yang telah dibuat adalah sangat berperan sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan. Banyak yang mengatakan bahwa manusia dan prosedur disebut dengan *institutional framework* yang memegang peranan yang sangat penting dalam pengoperasian SIG tersebut.

Sebagai suatu sistem yang terkait dan terpadu, SIG secara garis besar terbagi dalam 4 (empat) sub sistem yang merupakan langkah-langkah yang harus ditempuh dalam menyelesaikan suatu SIG. Keempat sub sistem tersebut adalah : (1) Pemasukan Data (*Data Input*), (2) Pengelolaan Data (*Data Management*), Manipulasi dan Analisis Data (*Data Manipulation and Analysis*), dan (4) Penyajian Data (*Data Output*) Secara skematis, bagan alir dari sub sistem SIG dapat dilihat pada Gambar 8 sebagai berikut.



Gambar 8. Bagan Alir Sub Sistem Sistem Informasi Geografis

Beberapa penulis mengemukakan istilah sub sistem SIG dengan istilahnya masing-masing. Istilah sub sistem SIG ini dikemukakan oleh Demers (1997) dalam Eddy Prahasta (2001). Sedangkan Aronoff (1989) dalam Eddy Prahasta (2001) menuliskannya sebagai komponen SIG. Adapun menurut Gistut (1994) dalam Eddy Prahasta (2001) istilah sub sistem SIG dikemukakannya sebagai modul perangkat SIG. Meskipun istilah tersebut berbeda-beda, tetapi sebetulnya sama dalam pelaksanaannya. Pada dasarnya baik istilah sub sistem, komponen, maupun perangkat SIG mempunyai makna yang sama yaitu langkah-langkah yang harus ditempuh pada proses pelaksanaan SIG.

Dengan mempelajari modul ini, diharapkan mahasiswa mampu menjelaskan komponen-komponen sistem informasi geografis (SIG), dan mampu menjelaskan sub sistem SIG. Adapun indikatornya adalah bahwa mahasiswa mampu menjelaskan Sumberdaya Manusia untuk mengoperasikan SIG, Perangkat Keras SIG, Perangkat Lunak SIG, Data untuk keperluan SIG, dan Prosedur SIG, dan mahasiswa mampu

melakukan input data, mengelola data, memanipulasi dan menganalisis data, serta mampu menghasilkan output data SIG.

Modul 3 ini akan mempelajari secara umum komponen dan Sub Sistem SIG. Pada kegiatan belajar akan dibahas tentang Sumberdaya Manusia (*Brainware*), Perangkat Keras (*Hardware*), Perangkat Lunak (*Software*), Data, dan Prosedur. Juga mempelajari tentang masukan data (*data input*), tentang pengelolaan data (*data management*), tentang manipulasi dan analisa data (*data manipulation and analysis*) dan tentang keluaran data (*data output*).

SUMBERDAYA MANUSIA, PERANGKAT KERAS, PERANGKAT LUNAK, DATA, & PROSEDUR

A. SUMBERDAYA MANUSIA (*BRAINWARE*)

Manusia sebagai pemikir, pemakai dan pelaksana SIG sangat menentukan sukses tidaknya pengoperasian SIG. Sebagai salah satu komponen SIG, sumberdaya manusia (*brainware*) perlu untuk melakukan pelatihan-pelatihan untuk dapat menjadi operator SIG yang handal. Tanpa pengetahuan yang cukup, rasanya tidak mungkin bisa didapatkan hasil SIG yang memuaskan. Beberapa tahapan SIG yang harus dilakukan semuanya harus dilakukan oleh manusia, seperti pengumpulan dan pemasukan data, pembentukan basis data, pelaksanaan analisa data, penerapan aplikasi SIG, dan sampai dengan keluaran data tetap masih membutuhkan tenaga manusia. Dari semua tahapan tersebut, masing-masing memerlukan sumberdaya manusia (SDM) yang harus memikirkan keberadaan SIG, SDM yang harus menangani SIG, dan SDM yang melaksanakan SIG. Agar SIG bisa berjalan dengan baik, maka diperlukan kualifikasi tertentu dari SDM yang ada dengan penempatan pada posisi-posisi yang sesuai dengan kualitas dan kemampuannya masing-masing. Beberapa klasifikasi SDM yang diperlukan dalam operasionalisasi SIG dan kualifikasinya, dikemukakan oleh Riadika Mastra (Tanpa Tahun), dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Klasifikasi dan Kualifikasi Sumberdaya Manusia Yang Dibutuhkan Dalam Operasionalisasi Sistem Informasi Geografis

No.	Klasifikasi	Kualifikasi
-----	-------------	-------------

Komponen-Komponen Sistem Informasi Geografis

1	2	3
1.	Manager SIG	Seorang manager harus mengetahui secara umum bagaimana sebenarnya pekerjaan SIG tersebut. Dalam banyak hal, seorang manager harus dapat mengatur pelaksanaan program SIG yang sedang ditanganinya.
1	2	3
2.	Sistem Administrator	Seorang sistem administrator harus ahli dalam pengetahuan hardware dan software, system komunikasi serta konfigurasinya. Hal ini sangat penting serta sangat diperlukan dalam tugas melaksanakan program SIG. SDM di sini harus mengerti bagaimana proses SIG tersebut mulai dari awal sampai akhir, sehingga jika terjadi kemacetan system, dapat dengan cepat ditelusuri atau diatasi.
3.	Manager Database	SDM di bidang ini harus orang yang mengerti dan bertanggung jawab atas data spasial dan data tekstual. Selain itu juga harus mengerti kepastakaan data secara baik dengan bantuan komputer, harus mengetahui bagaimana memelihara database serta data-data lainnya, dan juga mengerti proses SIG itu sendiri. Di bidang ini juga dibutuhkan tenaga yang memiliki pengetahuan dan usaha agar data yang dikelolanya selalu <i>up to date</i> .
4.	Analisis SIG	Seorang analisis SIG diharapkan harus bisa memberikan saran yang benar atas sistem serta prosedur aplikasi dari sistem. Pengetahuan tentang <i>computer operating system</i> , perangkat lunak SIG, konsep database desain dan aplikasinya sangat dibutuhkan.
5.	Programmer	Seorang <i>programmer</i> , harus dapat mengembangkan aplikasi-aplikasi program yang sesuai dengan kebutuhan dan sangat berperan dalam kelancaran penanganan pengembangan sistem dan kelancaran aplikasinya. Dalam hal memerlukan kedetailan fungsi serta keahlian, maka tugas seorang <i>programmer</i> dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok aplikasi <i>programmer</i> dan kelompok <i>sistem programmer</i> . Selain itu programmer juga harus mendalami bahasa-bahasa computer termasuk aplikasi-aplikasi dengan bahasa macro.

Selain keenam fungsi SDM seperti telah dikemukakan dalam tabel, sebenarnya masih ada satu lagi fungsi SDM yang berkaitan dengan kontrol kualitas (quality control). Pekerjaan ini ditangani oleh satu team yang disebut dengan Pengontrol Kualitas. Dalam kaitan dengan keberhasilan *database* serta keluarah-keluaran produk SIG, jaminan kualitas produksi yang konsisten sangatlah penting. Untuk keperluan tersebut, dalam program SIG juga dibutuhkan suatu kelompok yang bertanggung jawab atas bidang ini. Standarisasi dan spesifikasi adalah syarat yang perlu ditentukan agar hasil yang dibuat tetap konsisten kualitasnya. Untuk mengontrol kualitas, tidak saja pada pembuatan *database* nya saja tapi juga waktu proses sampai dengan produk akhir. Jadi jelas, fungsi inipun sangat penting dan memerlukan konsentrasi yang penuh agar produk yang dihasilkan dari SIG tidak mengecewakan. Dari komponen-komponen kualifikasi serta urutan pelaksanaan sampai keahlian yang diperlukan untuk membangun suatu team SIG, keterkaitan antara Data, Sistem, dan Manusia sangatlah penting. Manusia sebagai sumber penggerak SIG harus mempunyai klasifikasi dan kualifikasi kemampuan yang menunjang seperti sebagaimana disebutkan dalam tabel.

Untuk meningkatkan kualitas SDM yang menangani SIG, pendalaman masing-masing fungsi dari setiap langkah program SIG sangat perlu. Agar pemenuhan kualitas SDM tercapai, diperlukan selain pelatihan-pelatihan juga keikutsertaan dalam suatu pembangunan SIG, karena dengan ikut serta dalam kegiatan pembangunan SIG, akan didapatkan pengalaman dengan sendirinya. Apabila belum bisa ikut serta dalam kegiatan SIG ini, paling tidak pendalaman literature akan bisa membantu meningkatkan kualitas serta memperluas wawasan SDM tentang SIG. Oleh karena itu, dalam rangka peningkatan kemampuan di bidang SIG, beberapa cara yang bisa ditempuh antara lain :

1. Pendalaman dari masing-masing fungsi dari rangkaian program SIG
2. Penambahan pengalaman dengan ikut serta dalam kegiatan SIG
3. Pendalaman materi dengan jalan mencari dalam literatur yang berkaitan dengan SIG
4. Mengikuti pendidikan baik formal maupun non formal tentang SIG baik di dalam maupun di luar negeri.

B. PERANGKAT KERAS (*HARDWARE*)

SIG membutuhkan komputer untuk penyimpanan dan pemrosesan data. Ukuran dari sistem komputerisasi bergantung pada tipe SIG itu sendiri. SIG dengan skala yang kecil hanya membutuhkan PC (*personal computer*) yang kecil dan demikian pula sebaliknya. Untuk SIG yang dibuat berskala besar diperlukan spesifikasi komputer yang besar. Hal ini disebabkan data yang digunakan dalam SIG baik data vektor maupun data raster penyimpanannya membutuhkan ruang yang besar dan dalam proses analisisnya membutuhkan memori yang besar dan prosesor yang cepat. Perangkat keras adalah wujud fisik dari piranti komputer dan perlengkapannya. Perangkat keras ini harus mampu melayani perangkat lunak aplikasi SIG. Sama halnya dengan konfigurasi perangkat keras aplikasi lain, konfigurasi perangkat keras untuk SIG terdiri dari unit masukan (*input device*), pusat pengolahan data (*central processing unit/cpu*), dan unit keluaran (*output devices*).

Pemasukan data spasial dan data atribut ke dalam basis data SIG dapat dilakukan dengan menggunakan *keyboard*, *digitizer*, atau *scanner*. Untuk mengkonversi data spasial dari bentuk analog ke dalam bentuk digital secara manual (*manual digitizing*) digunakan *digitizer*. Proses *digitizing* diawali dengan disiapkannya data yang berupa peta di atas meja *digitizer*. Meja ini dihubungkan dengan CPU dan monitor. Satu demi satu data yang berupa baik titik, garis, maupun polygon sebaiknya ditempatkan pada *layer* yang berbeda dari suatu *feature*. Hal ini akan memudahkan pada saat dilakukannya analisis terutama analisis *overlay*. Data yang dibutuhkan dan telah disimpan dalam bentuk *layer-layer* tinggal dipanggil kembali sesuai dengan kebutuhan pembuatan peta. Pada tahapan ini, juga sekaligus dilakukan pengkonversian koordinat dari peta analog ke peta digital yang didigit. Sedangkan proses konversi data analog ke format digital secara otomatis dikenal dengan istilah penyiaman (*scanning*). Alat yang digunakan disebut *scanner*. Dengan cara memasukkan peta analog ke dalam *scanner*, secara otomatis bisa didapatkan peta digital dari peta analog tersebut. Pelaksanaan *scanning* ini jauh lebih cepat dan lebih teliti tergantung dari *scanner* yang digunakan. Apabila dibandingkan dengan *digitizing*, proses *scanning* ini lebih teliti karena faktor *human error* terlebih pada saat mendigit, bisa dihindari. Adapun untuk memasukkan data atribut digunakan *keyboard*. Selain itu sebagai bagian dari *hardware* dikenal juga *mouse* yang digunakan sebagai alat pemasukan data selain *keyboard*. Unit-unit ini disebut unit masukan (*input device*).

Central Processing Unit (CPU) merupakan tempat pengolahan data yang biasanya dihubungkan langsung dengan unit penyimpanan (*hard disk*). CPU yang digunakan untuk keperluan SIG biasanya memerlukan konfigurasi khusus, seperti : *Math-coprocessor*, *Main Processor* dengan kecepatan tinggi, *Extended Memory* besar (minimal 4 Mega Byte), dan *Hard disk* yang mempunyai kapasitas cukup besar untuk menyimpan data spasial dan data atribut. Unit-unit ini disebut unit pusat pengolahan data. CPU berfungsi menjalankan program komputer dan mengendalikan operasi seluruh komponen komputer. Biasanya CPU digunakan untuk komputer pribadi (*personal computer/PC*). Untuk pengoperasian dengan menggunakan jaringan (*network system*) pada aplikasi SIG dengan banyak komputer, biasanya digunakan *workstation* dengan CPU berupa *server* yang memiliki *processor* berkemampuan tinggi seperti pentium IV, bahkan apabila diperlukan juga bisa dengan menggunakan *processor* ganda. Di dalam CPU terdapat pula *Random Access Memory* (RAM). Perangkat ini digunakan oleh CPU untuk menyimpan (sementara) semua data dan program yang dimasukkan melalui *input devices* baik untuk jangka waktu yang panjang maupun pendek. Seperti halnya CPU, kebutuhan SIG mengenai RAM juga sangat bervariasi. Untuk menjalankan perangkat lunak SIG yang kecil, diperlukan RAM sebesar 4 Mb atau 8 Mb. Sedangkan untuk yang besar dengan menggunakan jaringan lokal (*intranet*) dan jaringan *Web* (*internet*), maka kebutuhan SIG akan RAM menjadi tinggi. Dengan memperhatikan sistem operasi pendukungnya (seperti Windows NT 4.0), maka SIG yang berbasis *Web* direkomendasikan menggunakan RAM 128 Mb, minimal 64 Mb. Disamping RAM, pada CPU terdapat pula perangkat lain yang disebut *Storage*. Perangkat ini merupakan tempat penyimpanan data secara permanen atau semi permanen (*temporary*). Dibandingkan dengan RAM, akses pada *Storage* ini agak lambat. *Harddisk*, disket, CD-ROM, dan pita magnetis merupakan contoh-contoh dari perangkat ini. Kebutuhan *Storage* ini sangat bervariasi dari SIG satu ke SIG yang lain. Perangkat lunak yang kecil dan sederhana hanya memerlukan *Storage* di bawah 5 MB. Sementara SIG yang besar memerlukan *Storage* dengan kapasitas sampai ratusan Mb (Eddy Prahasta, 2001: 63).

Supaya informasi yang dihasilkan SIG dapat digunakan sebagai alat pengambil keputusan, informasi tersebut harus disajikan dalam bentuk yang mudah dimengerti oleh para pengambil keputusan. Alat yang dipergunakan sebagai proses penyajian informasi geografis adalah *plotter*, *printer*, atau layar monitor (*visual display unit/vdu*).

Unit-unit ini dikenal dengan istilah unit keluaran (*output device*). Plotter adalah piranti keluaran yang biasanya digunakan untuk memproses peta dengan format lembaran yang besar-besar. Untuk memproses keluaran yang kecil-kecil atau keluaran lain yang berupa informasi non spasial, lebih banyak digunakan printer. Sebelum hasil proses SIG dicetak melalui *plotter* maupun *printer*, biasanya akan muncul lebih dulu di *vdu* (layar monitor komputer). Hal ini selain *operator* SIG bisa mengetahui hasil prosesing, juga bisa digunakan sebagai kontrol apakah produk yang dihasilkan sudah sesuai atau belum dengan yang diinginkan. Hal ini termasuk proses *cross check* atas kebenaran hasil.

C. PERANGKAT LUNAK (*SOFTWARE*)

Secara umum perangkat lunak terdiri dari sistem operasi (*operating system*), *compiler*, dan program aplikasi. *Operating system* berfungsi untuk mengendalikan seluruh operasi program, juga menghubungkan perangkat keras dengan program aplikasi. Untuk *personal computer* (PC), sistem operasi yang sering digunakan adalah MS-DOS (IBM PCs) dan WINDOWS. Untuk *Workstation*, yang populer dan banyak digunakan adalah UNIX. Ada pula sebagian yang menggunakan LINUX. Fungsi dari *compiler* adalah menterjemahkan program yang ditulis dalam bahasa komputer sehingga CPU mampu menjalankan program yang harus dilakukan. Bahasa *compiler* yang biasa digunakan adalah Pascal, Fortrain, Basic, dll. Dalam penyusunan SIG, peran perangkat lunak sangat diperlukan untuk menjalankan program yang ingin dihasilkan. Software yang diperlukan adalah software yang menyediakan fungsi *tool* yang mampu melakukan penyimpanan data, analisis, dan menampilkan informasi geografis. Oleh karena itu, elemen yang harus terdapat dalam komponen software SIG adalah : *Tool* untuk melakukan input dan transformasi data geografis; *Tool* Sistem Manajemen Basis Data (*DBMS*); *Tool* yang mendukung *query* geografis, analisa dan visualisasi; dan *Graphical User Interface (GUI)* untuk memudahkan akses pada *tool* geografi. Terdapat banyak jenis perangkat lunak SIG yang bisa digunakan. Beberapa contoh diantaranya adalah Arc/Info, ArcView, Auto Cad, MapInfo, Arc GIS, Idrisi, Ilwis, dll. Namun dalam modul ini hanya dibahas beberapa contoh jenis *software* saja yang banyak digunakan oleh para pengguna SIG yaitu Arc/Info, ArcView, Auto Cad.

1. Arc/Info.

Arc/Info adalah salah satu *software* yang bisa digunakan untuk mengaplikasikan SIG. Menurut Rizki Noor Hidayat (2000:9), pada mulanya *software* ini memiliki nama *ArcdBase*. Perangkat lunak ini memiliki basis pengolahan data grafis dan data non grafis atau sering disebut *dbase*. Pada perkembangannya, informasi basis data berkembang menjadi lebih luas sehingga lebih tepat kalau dinamakan informasi ketimbang *dbase*. Oleh karena itu nama *software ArcdBase* diubah menjadi *Arc/Info*. *Arc* bisa diartikan sebagai garis, sedangkan *Info* adalah berasal dari kata informasi. Untuk bisa memahami *software Arc/Info*, pembahasannya dikelompokkan menjadi tujuh modul pokok bahasan, yang terdiri dari : ***Arc; Arcedit; Arcplot; Overlay; Data Conversion; Network; dan Tables/Info.***

- a. ***Arc***, merupakan modul utama dari program Arc/Info dan merupakan langkah awal untuk mengoperasikan modul lainnya. Disini terdapat menu-menu untuk digitasi, konversi data, pembuatan topologi, manipulasi data grafis, menu menuju modul editing, menu menuju modul layout, dan sebagainya.
- b. ***Arcedit***, merupakan modul editing peta yang telah didigitasi sebelumnya melalui perintah ADS (*Arc Digitizing System*) yaitu perintah untuk menambahkan *coverage* baru (*add new coverages*). Asil dari digitizing awal pada umumnya banyak terjadi kesalahan baik *overshoot* maupun *undershoot* (akan dibahas kemudian).
- c. ***Arcplot***, merupakan modul plotting dengan tujuan akhir adalah pencetakan peta, pada modul ini komposisi peta dibuat, missal : pewarnaan polygon, simbolisasi titik dan garis, penambahan inset, dan sebagainya.
- d. ***Overlay***, adalah modul yang dapat digunakan untuk melakukan tumpang susun data spasial baik berupa poligon, data titik maupun garis, dan pembuatan *buffer*. Pada modul *overlay* ini dapat dilakukan *querying* spasial dan secara otomatis data atribut yang menyertainya juga ter-*query*.
- e. ***Data Conversion***, modul ini digunakan untuk melakukan konversi data digital atau ke format Arc/Info. Fungsinya antara lain untuk melakukan Data Exchange dari software lain (seperti antara lain ArcView, MapInfo, AutoCAD).
- f. ***Network***, modul ini berfungsi untuk tujuan analisis jaringan keruangan, contoh dari aplikasinya adalah untuk menentukan jaringan jalan untuk transportasi, penentuan lokasi took, penempatan pusat pelayanan umum yang paling efisien,

dan sebagainya. Aplikasi Network yang memiliki spesifikasi khusus untuk tiap bidang kegiatan dan menggunakan analisis statistic untuk menggunakannya. Untuk itu Analisis Network ini tidak disertakan pada pelatihan tingkat operator mengingat materi dan waktu yang disediakan.

- g. **Tables**, Tables merupakan modul pengolahan data tabuler dari coverage yang digunakan. Tables ini disusun berdasarkan bahasa *dBase* yang dimodifikasi. File-file tabuler dari coverage baik untuk kenampakan titik, garis dan poligon memiliki format *.dbf.

Arc/Info dapat diaplikasikan dengan menggunakan command atau perintah melalui OS-DOS dengan menggunakan metode ketik. Keunggulan dari metode ini adalah bisa digunakan untuk pemrograman untuk otomasi pada kegiatan yang berulang-ulang. Untuk Arc/Info yang dijalankan dengan OS-Windows, seluruhnya sudah menggunakan standar aplikasi windows pada umumnya. Oleh karena itu Arc/Info menyediakan fasilitas SML (*Simple Macro Language*, yaitu bahasa pemrograman khusus Arc/Info). Fungsi dari SML adalah dapat digunakan untuk melakukan otomasi perintah-perintah yang sering digunakan; untuk memfungsikan tombol-tombol fungsi pada keyboard; atau untuk membuat menu *puuldown* yang dirancang sendiri. Salah satu kegunaan sederhana dari SML adalah untuk membuat *layout* peta khususnya membuat setting tampilan pada peta keluaran akhir (Rizki Noor Hidayat, 2000:11)

2. ArcView.

ArcView merupakan salah satu perangkat lunak SIG. ArcView dikembangkan oleh Environmental Systems Research Institutes (ESRI). Dengan ArcView, pengguna dapat memiliki kemampuan-kemampuan untuk melakukan visualisasi, meng-*explore*, menjawab *query* (baik basis data spasial maupun non-spasial), menganalisis data secara geografis, dan sebagainya. Kemampuan-kemampuan perangkat lunak SIG ArcView secara umum menurut Eddy Prahasta (2004:1-3), dapat dijabarkan sebagai berikut :

- a. ArcView mampu digunakan untuk melakukan pertukaran data seperti membaca dan menuliskan data dari dan ke dalam format perangkat lunak SIG lainnya. Dengan menggunakan software ArcView, data spasial raster yang dituliskan dalam format-format perangkat lunak SIG dan penginderaan jauh lain dapat

dibaca, seperti : JPEG, BMP, ERDAS (LAN & GIS), ERDAS Imagine, GRID Arc/Info, dsb. Selain itu ArcView juga dapat digunakan untuk membaca data spasial vektor yang dituliskan dalam format-format perangkat lunak SIG lainnya (berfungsi sebagai alat import), seperti Arc/Info (*coverage*), MapInfo (MIF), AutoCAD (DWG dan DXF), dsb. Kemampuan ArcView lainnya yaitu dapat menuliskan basis data spasial vektor (*coverage* dan *shape lines*) baik ke dalam format Shapefile sendiri maupun ke dalam perangkat lunak SIG lainnya seperti MapInfo.

- b. ArcView bisa juga dimanfaatkan untuk melakukan analisis-*analisis* statistik dan operasi-operasi matematis tertentu.
- c. ArcView bisa menampilkan informasi (basis data) spasial maupun atribut. Kemampuan ArcView ini bisa menampilkan basis data dengan format sendiri baik yang terdapat pada sistem komputer yang bersangkutan maupun yang tersebar di jaringan komputer (*network*). Selain itu ArcView juga bisa mengakses dan menampilkan basis data eksternal yang dibuat dengan menggunakan perangkat lunak DBMS *relational* yang ada seperti : MS Access, Dbase, Oracle, dsb. Melalui *software* ArcView bisa ditampilkan pula data atau informasi dalam bentuk *View* (tampilan di layar monitor), *Layout* (tata letak peta format siap cetak), *Table* (tabel data), *Chart* (grafik).
- d. ArcView mampu menjawab query spasial maupun atribut. Kemampuan ini bagaimana menghubungkan informasi spasial dengan atribut-atributnya yang terdapat (disimpan) di dalam basis data atribut yaitu :
 - 1) memilih feature (entitas) spasial, muncul informasi spasialnya
 - 2) memilih data atribut dari basis data atribut, muncul representasi spasial dari data yang dipilih
 - 3) memilih data atribut, muncul data atribut-atribut lainnya yang terdapat di dalam basis data atribut
 - 4) memilih suatu feature spasial, muncul feature spasial lainnya yang terkait.Selain itu, ArcView juga bisa menggunakan SQL sebagai standard untuk melakukan query terhadap basis data nya.

- e. ArcView mampu melakukan fungsi-fungsi dasar SIG. Hal ini bisa dilakukan karena ArcView menyediakan alat Bantu analisis spasial sederhana untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan seperti misalnya :
- 1) berapa jumlah sumur bor yang terdapat di dalam suatu area pertambangan ?
 - 2) berapa jumlah rumah terdapat dalam buffer (area) 50 meter dari sungai ?
- f. ArcView mampu digunakan untuk membuat peta tematik. Hal ini disebabkan karena ArcView menyediakan pustaka symbol dan warna (*features*) untuk pembuatan peta tematik. Selain itu juga mampu menggunakan symbol dan warna (*features*) untuk mempresentasikan features nya berdasarkan atribut-atributnya (membuat peta tematik turunan). Misalnya pada suatu peta tematik suatu wilayah administrasi (contohnya Kecamatan) dapat diberi arsiran yang rapat dan warna yang agak gelap untuk mempresentasikan atribut populasi penduduknya yang padat. Sementara pada peta tematik lainnya, untuk wilayah administrasi yang sama, dapat diberi (pola) arsiran yang jarang dan warna yang agak muda untuk mempresentasikan atribut pendapatan perkapita penduduknya yang berada di bawah rata-rata.
- g. ArcView mampu meng-*customize* aplikasi dengan menggunakan bahasa skrip. Hal ini disebabkan ArcView menyediakan bahasa pemrograman sederhana atau skrip (Avenue) untuk mengotomasikan pengoperasian rutin dan meng-*customize* aplikasi-aplikasi SIG yang dikembangkan dengan menggunakan perangkat lunak ArcView.
- h. ArcView mampu melakukan fungsi-fungsi SIG khusus lainnya (dengan menggunakan *extension* yang ditujukan untuk mendukung penggunaan perangkat lunak SIG ArcView). Beberapa contoh fungsi-fungsi SIG lain dengan menggunakan *extension* seperti :
- 1) *Network analyst* : modul perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan analisis-analisis yang berhubungan jaringan (*routing*).
 - 2) *Internet map server* (IMS) : modul perangkat lunak yang digunakan untuk mempublikasikan peta (basis data digital) ke jaringan internet (*web-based GIS*) hingga dapat diakses dengan menggunakan program browser.

- 3) *3D analyst* : modul perangkat lunak yang digunakan untuk membuat, menganalisa, dan menampilkan data spasial tiga dimensi (permukaan digital).
- 4) *Tracking analyst* : modul perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan perekaman, tampilan, dan pemantauan data, baik secara langsung (*real time*) maupun tidak langsung (*playback* atau *replay*), yang memiliki kecenderaungan perubahan posisi geografis dari waktu ke waktu. Contoh yang umum adalah pengamatan terhadap suatu objek (misalkan kendaraan) bergerak dapat direpresentasikan dengan menggunakan symbol dan warna tertentu di atas peta yang menjadi latar belakangnya.
- 5) *Image analyst* : modul perangkat lunak yang digunakan untuk melakukan analisis-analisis yang berhubungan dengan citra digital (penginderaan jauh).

Dalam operasi rutinnnya secara default, ArcView bisa membaca, menggunakan, dan mengolah data spasial dengan format yang disebut sebagai *Shapefile*. Format yang dikembangkan dan dipublikasikan oleh ESRI ini digunakan untuk menyimpan informasi-informasi atribut dan geometri non *topologi feature* spasial di dalam sebuah kumpulan data. Geometri feature ini disimpan sebagai shape yang terdiri dari sekumpulan koordinat-koordinat vektor (ESRI:1997 dalam Eddy Prahasta :2004). *Topologi* adalah metode matematis yang digunakan untuk mendefinisikan hubungan spasial. Shapefile dapat mendukung representasi berbagai features baik titik (*point*), garis (*line*), maupun poligon (*area*). Data atribut disimpan dalam format perangkat lunak DBMS dBase. Setiap *record* memiliki relasi *one to one* terhadap *feature* data spasial yang bersangkutan. Shapefile ESRI terdiri dari beberapa file : file utama, file indeks, dan sebuah tabel *dBase*. File utama merupakan *direct-access*, file dengan panjang *record* yang bervariasi dimana setiap *record* nya mendeskripsikan sebuah *shape (feature)* dengan sebuah *list* (daftar) verteks-verteksnya. *Vertex* adalah pasangan koordinat (x,y) atau (L,B) suatu titik yang terdapat di sepanjang segmen garis (*Arc*). *Vertex* digunakan untuk menentukan bentuk-bentuk *Arc*. Pada *file indeks*, setiap *record* mengandung *offset record* file utama yang bersesuaian dari awal file utama. Tabel *dBase* berisi atribut-atribut *feature*, satu *record* per *feature*. Relasi *one to one* antara *feature* (geometri) dengan atributnya didasarkan pada nomor *record* nya. *Records* atribut urutannya harus sama sebagaimana di dalam file

utama. Sesuai dengan konvensi penamaannya, file utama, file indeks, dan file tabel *dBase* memiliki nama depan (*prefix*) yang sama, tetapi nama-nama belakangnya (*suffix* atau *extention*) berbeda. Nama-nama belakangnya berturut-turut adalah SHP (file utama), SHX (file indeks), dan DBF (file tabel atribut). *Shapefile* ESRI dapat dibuat atau dihasilkan dengan menggunakan empat cara sebagai berikut :

- 1) *Export* : format data spasial ini dapat dihasilkan dari proses ekspor perangkat lunak SIG lainnya, misalnya dengan menggunakan Arc/Info, MapInfo, dsb.
- 2) *Digitasi* : *Shapefile* dapat secara langsung dibuat, dibaca, atau dituliskan dengan menggunakan salah satu bahasa (semi) pemrograman skrip/makro yang dimiliki oleh beberapa perangkat SIG (misalnya *Avenue* nya ArcView, *MapObjeccts*, *Arc Macro Language* (AML), Arc/Info, *Simple Macro Language* (SML PC Arc/Info).
- 3) Bahasa Pemrograman : dengan memahami spesifikasi teknisnya, *Shapefile* dapat secara langsung dibuat, dibaca, atau dituliskan dengan menggunakan salah satu bahasa pemrograman yang ada.
- 4) Keuntungan-keuntungan jika bekerja dengan menggunakan data spasial *Shapefile* ArcView adalah sebagai berikut :
- 5) Proses penggambaran (*draw*) atau penggambaran kembali (*redraw*) dari feature petanya dapat dilakukan dengan relatif cepat, setidaknya lebih cepat dari proses penggambaran *coverage* milik Arc/Info.
- 6) Informasi atribut dan geometriknya dapat diedit.
- 7) Dapat dikonversikan ke dalam format-format data spasial lainnya.
- 8) Memungkinkan untuk proses *on screen digitizing*.
- 9) Menurut Eddy Prahasta (2004 : 5-7), ArcView mengorganisasikan sistem perangkat lunaknya sedemikian rupa sehingga dapat dikelompokkan dalam beberapa komponen-komponen sebagai berikut :

(a) **Project**

Project merupakan suatu unit organisasi tertinggi di dalam ArcView. *Project* di dalam ArcView, mirip projects yang dimiliki oleh bahasa-bahasa pemrograman komputer, atau paling tidak merupakan suatu file kerja yang dapat digunakan untuk menyimpan, mengelompokkan, dan mengorganisasikan semua komponen-komponen program : **View**, **Theme**,

Table, Chart, Layout, Script dalam satu kesatuan yang utuh. Sebuah *project* merupakan kumpulan windows dan dokumen yang dapat diaktifkan dan ditampilkan selama bekerja dengan ArcView. *Project* ArcView diimplementasikan ke dalam sebuah file teks (ASCII) dengan nama belakang (extension) “APR”. Sebuah *project* berisi *pointers* yang merujuk pada lokasi fisik (direktori di dalam *disk*) dimana dokumen-dokumen tersebut disimpan, selain juga menyimpan informasi-informasi pilihan pengguna (*user preferences*) untuk *project* nya (ukuran, simbol, warna, dsb). Pilihan-pilihan pengguna yang disimpan di dalam *project* ini hanya mengatur bagaimana cara basis data nya ditampilkan, tidak mempengaruhi data itu sendiri. Semua dokumen yang terdapat di dalam sebuah *project* dapat diaktifkan, dilihat, dan diakses melalui *project window*.

(b) **Theme**

Themes merupakan suatu bangunan dasar sistem ArcView. *Themes* merupakan kumpulan dari beberapa *layer* ArcView yang membentuk suatu tematik tertentu. Sumberdata yang dapat direpresentasikan sebagai *theme* adalah *Shapefile*, *coverage* Arc/Info, dan citra raster.

(c) **View**

View mengorganisasikan *theme*. Sebuah *view* merupakan representasi grafis informasi spasial dan dapat menampung beberapa *layer* atau *theme* informasi spasial (titik, garis, poligon, dan citra raster). Sebagai contoh, posisi-posisi kota (titik), sungai-sungai (garis), dan batas propinsi (poligon) dapat membentuk sebuah *theme* dalam sebuah *view*.

(d) **Table**

Sebuah *table* merupakan representasi data ArcView dalam bentuk sebuah tabel. Sebuah *table* akan berisi informasi deskriptif mengenai *layer* tertentu. Setiap baris data (*record*) mendefinisikan sebuah *entry* (misalnya informasi mengenai salah satu polygon batas propinsi) di dalam basis data spasialnya. Setiap kolom (*field*) mendefinisikan atribut atau karakteristik dari *entry* (misalnya nama, luas, keliling, atau populasi suatu propinsi) yang bersangkutan. Dari sisi pengguna, tanpa memperhatikan sumber-sumbernya,

semua *table* adalah sama. ArcView mendefinisikan *template* standard untuk merujuk *table* yang diakses.

(e) **Chart**

Chart merupakan representasi grafis dari resume tabel data. *Chart* juga bisa merupakan hasil suatu *query* terhadap suatu tabel data. Bentuk *chart* yang didukung oleh ArcView adalah : *line, bar, coloumn, xy scatter, area, pie*.

(f) **Layout**

Layout digunakan untuk menggabungkan semua dokumen (*view, table, chart*) ke dalam suatu dokumen yang siap cetak (biasanya dipersiapkan untuk pembuatan *hardcopy*).

(g) **Script**

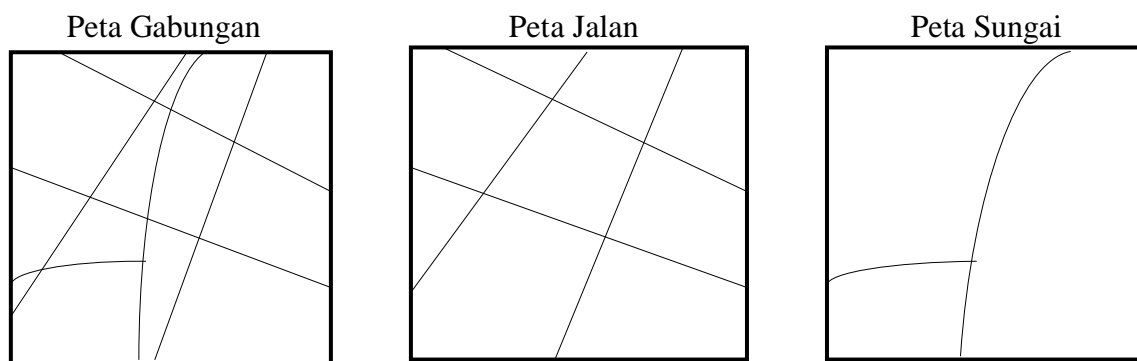
Scirpt merupakan bahasa (semi) pemrograman sederhana (makro) yang digunakan untuk mengotomasikan kerja ArcView. ArcView menyediakan bahasa sederhana ini dengan sebutan *Avenue*. Dengan *Avenue*, pengguna dapat membuat program, memodifikasi tampilan (*user interface*) ArcView, menyerdehanakan tugas yang kompleks, dan berkomunikasi dengan aplikasi-aplikasi lain (misalnya dengan Arc/Info, basis data relasional atau lembar kerja elektronik). Singkatnya, dengan *script* ArcView dapat di *customized* sedemikian rupa hingga dapat secara optimal memenuhi kebutuhan pengguna untuk tugas-tugas dan aplikasi tertentu.

3. AutoCAD

Jenis perangkat lunak lain yang sering digunakan oleh para pengguna SIG adalah AutoCAD. Sebetulnya AutoCAD adalah perangkat lunak yang biasa digunakan hanya untuk membuat peta digital. Hal ini disebabkan karena hanya mampu mengkonversi peta analog menjadi peta digital. Seringkali perangkat lunak ini disebut *Computer Aided Design* sehingga disingkat dengan CAD, yang artinya mendesain peta dengan bantuan komputer. AutoCad ini juga bukan hanya bisa digunakan di bidang pemetaan saja, tetapi banyak pula digunakan di bidang teknik seperti teknik sipil maupun teknik arsitektur. Hal ini karena kemampuannya untuk bisa membuat desain grafis. Khusus di bidang pemetaan, apabila kemudian AutoCAD melakukan klasifikasi data pada layer-layer yang terpisah, seperti misalnya layer jalan sendiri, layer sungai

sendiri, layer bangunan sendiri, dsb, maka informasinya mulai bisa disebut SIG dalam bentuk yang paling sederhana. Ketika selanjutnya dilengkapi dengan data deskriptif nya baik berupa tabel maupun berupa daftar, barulah penggunaan software AutoCAD ini bisa dikatakan merupakan aplikasi SIG secara lengkap. Hal ini karena pada dasarnya AutoCAD adalah piranti CAD yang mampu menangani *object linking* yakni menghubungkan data grafis dengan sebuah basis data dari luar seperti program MS Access, dBase, MS Excel, dll. yang disebut sebagai fasilitas *dbConnect* (Widi Yulianto, 2004:10).

Selanjutnya Widi Yulianto (2004: 187) mengatakan bahwa peta yang digambar dengan AutoCAD bisa menjadi bahan dasar pembentukan SIG. Selain itu, manajemen data gambar pada AutoCAD juga merupakan bentuk-bentuk dasar dari SIG. Lebih jauh fasilitas koneksi basis data (*dbConnect*) AutoCAD bahkan mempunyai nilai tersendiri dalam menghubungkan gambar atau lokasi dengan data deskriptif terkait. Penanganan layer secara baik akan sangat membantu pada proses-proses pengolahan lanjutan. Organisasi layer yang baik pada hakekatnya sudah merupakan sebuah SIG dalam bentuknya yang sederhana. Dalam gambaran peta tematik, pengaturan layer secara baik mutlak diperlukan. Contoh fungsi layer dalam klasifikasi objek peta dapat digambarkan seperti tercantum pada Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 7. Contoh Fungsi Layer dalam Klasifikasi Objek Peta

Jika peta digital tersebut pada gambar dirancang sebagai bahan dasar bagi perangkat SIG lain, administrasi layer ini akan sangat membantu. Namun sebaliknya jika detail-detail gambar tidak ditata secara baik pada masing-masing layer, maka akan sangat merepotkan.

Pada setiap pekerjaan pemetaan, pengaturan layer dan organisasinya diatur sesuai dengan keperluannya. Hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam pengaturan layer adalah maksud atau tujuan pembuatan peta serta berapa banyak jenis detail yang digambar. Jalan, misalnya bisa dikelompokkan berdasarkan perkerasannya menjadi jalan aspal, jalan batu, jalan tanah atau mungkin berdasarkan klasifikasinya ada jalan tol, jalan arteri, jalan kolektor. Dapat pula ada pengelompokkan jalan dua jalur, satu jalur, dua arah atau satu arah, dan berbagai pengelompokkan lain sesuai dengan kebutuhan pemakai. Pada sebuah peta teknis sekala besar, sebuah jalan bahkan mungkin masih dikelompokkan lagi menjadi bagian-bagian terpisah misalnya tepi aspal, bahu jalan, marka jalan, trotoar, pagar pengaman, dsb. Oleh karena itu, tentu pada dasarnya sulit untuk membuat standard umum. Masing-masing instansi biasanya memiliki keperluan berbeda dan menentukan standard klasifikasi yang sesuai dengan kebutuhannya. Pada peta digital sedetail apapun, klasifikasinya secara teknis tidak menjadi masalah, namun perlu dipertimbangkan bahwa semakin detail dan rinci tidak selalu semakin baik (Widi Yulianto, 2004: 188-189).

D. DATA

Keberadaan atau ketersediaan data dalam suatu organisasi sangat diperlukan pada saat akan menyusun SIG. Data yang dibutuhkan tentunya data sesuai dengan tugas-tugas dari organisasi itu sendiri. Telah banyak dibicarakan tentang data pada Modul 3. Pada kegiatan belajar ini hanya akan dibahas tentang syarat-syarat data yang bisa digunakan untuk masukan dalam penyusunan SIG. Mengingat kualitas data sangat perlu diperhatikan pada saat penyusunan SIG, maka data tersebut sebaiknya merupakan data yang relevan, tepat waktu, andal, dan mutakhir.

Data yang relevan dimaksudkan adalah data yang sesuai dengan kebutuhan SIG yang diinginkan oleh suatu organisasi. Sedapat mungkin data yang berkaitan langsung saja dengan tujuan penyusunan SIG. Tidak diperlukan data yang berlebihan (redundansi) yang tidak perlu. Hal ini dimaksudkan agar biaya yang dikeluarkan untuk pengadaan data tidak menjadi berlebihan untuk data yang sebetulnya tidak dibutuhkan.

Data yang tepat waktu, diharapkan data yang pada saat dibutuhkan selalu tersedia sehingga tidak perlu menunggu lagi ketersediaan data ketika penyusunan suatu SIG akan segera dilakukan. Keterlambatan penyediaan data ini akan berpengaruh

terhadap proses penyusunan SIG itu sendiri, terlebih apabila output dari proses SIG ini akan segera digunakan. Oleh karena itu seseorang atau organisasi yang akan menyusun suatu SIG harus paham betul dimana data yang dibutuhkan berada dan mudah diperoleh. Apabila di organisasinya sendiri tidak tersedia data yang dibutuhkan, tentunya harus tahu tempat keberadaan data tersebut di organisasi atau di instansi mana.

Data yang andal, artinya bahwa data yang akan dibutuhkan untuk penyusunan SIG betul-betul merupakan data yang dapat dipercaya ketepatan atau keakuratannya. Data yang andal ini dibutuhkan baik berupa data dasar maupun data yang sudah dioleh atau diproses. Dalam penyusunan SIG, data bisa berupa data yang masih mentah atau sering disebut sebagai raw data seperti peta-peta dalam bentuk *hardcopy* yang nantinya harus dibuat data/peta digital. Namun demikian kalau sudah ada data/peta digitalnya, akan lebih mudah dan lebih mempercepat perolehan output dari hasil SIG yang dikehendaki.

Data yang mutakhir, maksudnya adalah data terbaru yang paling akhir dikumpulkan dari lapangan baik melalui survai teristris maupun melalui proses fotogrametris. Data yang mutakhir ini tidak harus selalu data yang dikumpulkan pada saat penyusunan SIG akan dilakukan. Kalau tersedia data seperti itu akan lebih baik. Namun apabila tidak tersedia, paling tidak data terbaru yang dimaksud adalah data yang tidak kadaluwarsa, dan masih sesuai dengan kondisi pada saat SIG akan disusun. Sebagai pertimbangan bahwa data terbaru yang bisa digunakan sebagai data input untuk SIG paling tidak data yang dikumpulkan pada jangka waktu maksimal lima tahun yang lalu pada daerah-daerah yang laju pertumbuhannya lambat atau yang pertumbuhannya normal. Untuk daerah yang pertumbuhannya cepat biasanya cepat pula perubahan data nya. Untuk daerah-daerah seperti ini paling tidak data dua sampai tiga tahun lalu masih bisa digunakan untuk data input dalam SIG.

E. PROSEDUR

Yang dimaksud dengan prosedur di sini adalah bukan hanya prosedur penyusunan SIG nya saja, tetapi termasuk prosedur kerja atau tata kerja yang berlaku pada suatu organisasi. Tanpa mengetahui prosedur kerja organisasi maka SIG tidak akan memperoleh hasil yang diinginkan. Suatu organisasi yang akan menyusun SIG tentunya ditujukan untuk keperluan memenuhi tugas pokok dan fungsinya. Oleh karena itu

prosedur atau langkah-langkah kerja yang diberlakukan pada organisasi tersebut harus dipahami oleh penyusun SIG yang ditugaskan. Masing-masing organisasi mempunyai tata kerja yang berlainan satu dengan lainnya. Oleh karena itu, untuk bisa menjalankan SIG pada suatu organisasi, perlu dipelajari lebih dulu prosedur kerja yang berlaku.

Tahap berikutnya adalah perancangan SIG untuk organisasi tersebut. Dengan mengetahui prosedur kerja, rancangan aplikasi SIG yang akan diterapkan baru bisa disusun. Untuk menyusun rancangan SIG ini, perlu kesepakatan dari organisasi-organisasi yang sejenis agar diperoleh keseragaman pada saat menyusun SIG. Terlebih lagi yang menyangkut identitas (di dalam istilah SIG sering disebut ID) suatu kenampakan geografis di permukaan bumi yang berbeda-beda pun harus disepakati dulu. Oleh karena itu dibutuhkan suatu pedoman atau panduan penyusunan SIG untuk suatu organisasi. Pedoman atau panduan ini tentunya dibuat atas dasar kesepakatan yang sudah ditentukan, sehingga pada organisasi yang sama, akan bisa disusun SIG yang seragam.

Langkah selanjutnya adalah menentukan prosedur penyusunan SIG nya sendiri. Yang perlu diperhatikan adalah bagaimana mulai memasukkan data, mengelola data, memanipulasi dan menganalisis data serta pada tahap terakhir adalah menghasilkan produk berupa keluaran data. Prosedur ini harus dirancang dan ditempuh dengan rapi dan berurutan untuk keberhasilan suatu kegiatan SIG.

PEMASUKAN DATA, PENGELOLAAN DATA, MANIPULASI DAN ANALISIS DATA, & KELUARAN DATA

A. PEMASUKAN DATA (*DATA INPUT*)

Pemasukan data (*data input*) merupakan suatu prosedur pengkodean ke dalam suatu bentuk yang bisa dibaca komputer. Pemasukan data dilakukan dengan cara mengubah format data dari data analog ke data digital. Data yang dimasukkan dalam SIG seperti telah dikemukakan dalam bahasan data dan informasi, mempunyai 2 (dua) tipe yaitu data spasial dan data non spasial (atribut). Data spasial menyajikan lokasi geografis suatu kenampakan muka bumi (*feature*) dalam bentuk titik, garis, poligon. Data atribut menyajikan informasi deskriptif dari data spasial tersebut seperti nama, luas, tinggi, dsb. Data input ini bisa berasal dari paling tidak empat sumber yaitu : Data

lapangan seperti hasil survai dan eksplorasi; Data sekunder dari catatan statistik atau sumber lainnya; Peta-peta berupa *hardcopy* maupun *softcopy*; dan Data penginderaan jauh baik berupa foto udara maupun citra satelit. Adapun cara pemasukan data yang umum digunakan dalam SIG yaitu melalui *keyboard*, digitasi data dengan *digitizer* atau *scanner*, koordinat geometris, konversi data digital. Proses input data ini dibedakan antara input data spasial (data grafikal) dan input data tekstual (data atribut).

1. Input Data Spasial

a. Digitasi (*Digitizing*).

Digitasi adalah konversi data analog ke format digital dengan menggunakan meja digitizer (feature spasial pada peta ke dalam format digital). Feature titik, garis dan area (poligon) yang membentuk peta dikonversikan menjadi nilai koordinat x,y. Titik disajikan oleh koordinat tunggal, garis oleh deret koordinat, dan kalau dikombinasikan satu atau lebih garis dengan disertai titik label, maka akan mengidentifikasi area (poligon). Dengan demikian digitasi dapat pula dikatakan sebagai prosedur pengambilan rangkaian titik dan garis. Digitasi dalam bentuk vektor, akan merubah feature spasial pada peta ke dalam format digital. Keuntungan yang diperoleh dari digitasi peta ini antara lain adalah :

- 1) Waktu yang diperlukan untuk mencari dan menampilkan data lebih cepat;
- 2) Tidak diperlukan area yang luas untuk menyimpan data/file;
- 3) Dapat melakukan proses analisa yang rumit dengan cepat dan akurat;
- 4) Penyajian data lebih baik dan cepat;
- 5) Updating data lebih cepat.

Proses digitasi membutuhkan ketelitian tinggi sehingga output yang dihasilkan merupakan peta berkualitas prima dan dapat dipertanggung jawabkan. Untuk itu perlu adanya pertimbangan khusus terhadap peta manuskrip yang akan didigitasi. Langkah-langkah yang harus dipertimbangkan dalam melakukan digitasi antara lain :

- 1) Menggunakan peta dasar yang baik ;
- 2) Menentukan prosedur ;
- 3) Menyiapkan peta sumber (peta manuskrip)
- 4) Mengetahui dan Memperbaiki Kesalahan-kesalahan digitasi.

1) Menggunakan Peta Dasar yang baik

Keakuratan data digital, secara langsung dipengaruhi oleh kualitas peta manuskrip yang digunakan sebagai sumber. Beberapa petunjuk mengenai peta sumber yang berkualitas tinggi dan up to date antara lain :

- (a) Peta manuskrip sebaiknya dalam kondisi yang baik, bersih, dan dapat dibaca, bukan yang robek atau terlipat. Ini akan membuat manuskrip lebih mudah dibaca, juga memastikan bahwa lokasi feature yang didigitasi bisa dilakukan seakurat mungkin ;
- (b) Bahan peta seperti kertas mudah dipengaruhi oleh kondisi iklim, kadang-kadang penyimpangan feature terlalu banyak sehingga tidak dapat diregistrasikan di antara sesi atau tahapan digitasi. Untuk meminimalkan penyimpangan (distorsi), peta manuskrip sebaiknya dicopy ke dalam bahan yang stabil seperti drafting film atau astralon untuk memperkecil kemungkinan perentangan dan penyusutan.

2) Menentukan Prosedur

Disarankan sebaiknya mulai mencoba mendigitasi pada sebagian kecil dari sebuah manuskrip sebelum memulai dengan pekerjaan yang besar, dengan tujuan untuk memastikan bahwa prosedur yang digunakan sudah tepat atau telah sesuai dengan apa yang diharapkan. Untuk pelaksanaannya ada beberapa petunjuk sebagai berikut :

- (a) Perlu dibuat urutan standar. Sebagai contoh, semua garis didigitasi lebih dulu sebelum mendigitasi titik. Seseorang yang melakukan digitasi sebaiknya familiar dengan prosedur standar, sehingga tidak memboroskan waktu, mengetahui ke mana pergi untuk memperoleh informasi, dan siapa yang harus dihubungi apabila menemui pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab. Oleh karena itu, seseorang yang akan mendigitasi sebaiknya harus bisa mengembangkan buku pedoman yang menuliskan prosedur standard an ketentuan penamaan ;

- (b) Urutan feature dan lembar peta yang akan didigitasi harus dibuat, sehingga memudahkan dalam menelusuri bagian-bagian yang telah didigitasi.

3) Menyiapkan Peta Manuskrip

Penyiapan peta akan sangat membantu dalam meminimalkan masalah pada tahap digitasi dan pada tahap editing. Beberapa petunjuk untuk menyiapkan peta manuskrip antara lain sebagai berikut :

- (a) Menempatkan *tic* (titik) dan menentukan nomor. Titik ini harus berupa koordinat bumi yang sebenarnya. Setelah dibuat, nomor tic dan lokasi yang sama akan direkam dan digunakan untuk setiap manuskrip yang berbeda ;
- (b) Pada perpotongan garis yang tidak jelas, tunjukkan dimana letak perpotongannya dengan menandai dengan titik (*node*) secara spesifik pada peta manuskrip ;
- (c) Tunjukkan permulaan titik (*node*) untuk poligon pulau. Ini akan memantu untuk memastikan bahwa batas polygon akan dimulai dan diakhiri pada tempat yang sama untuk menghasilkan suatu poligon yang tertutup ;
- (d) Pastikan bahwa semua poligon tertutup, dan mempunyai titik label tunggal dengan *identifier* yang unik. Poligon dapat mempunyai lebih dari satu garis, tetapi sebaiknya hanya berisi satu titik label.

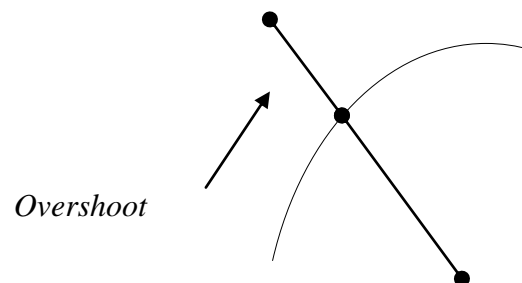
4) Mengetahui dan Memperbaiki Kesalahan-Kesalahan Digitasi

Beberapa faktor penyebab kesalahan yang terjadi pada saat melaksanakan digitasi secara garis besar disebabkan selain karena faktor sumberdata, penyebab yang utama adalah faktor manusia. Ketelitian pada saat mendigit sangat diperlukan. Faktor kecapaian dan faktor penundaan pelaksanaan digitasi merupakan dua hal pokok penyebab terjadinya kesalahan-kesalahan digitasi. Oleh karena itu pada saat seseorang mendigit peta sudah merasa capai, disarankan berhenti dulu jangan sampai dipaksakan. Demikian pula setelah berhenti dan akan melanjutkan digitasi kembali, disarankan untuk

lebih memperhatikan ketelitian dengan melihat hasil digitasi sebelumnya. Namun secermat dan seteliti apapun digitasi itu dilakukan, kesalahan-kesalahan pasti selalu terjadi. Beberapa jenis kesalahan yang sering terjadi pada saat melakukan digitasi adalah :

(a) *Overshoot* :

Overshoot adalah sebuah garis yang telah didigitasi melebihi garis yang sebenarnya. *Overshoot* ini adalah kesalahan dalam digitasi karena kelebihan garis yang seharusnya berhenti pada persilangan atau garis yang lain. Kesalahan ini harus dikoreksi. sebuah *overshoot* bisa diatasi dengan mengoperasikan perintah CLEAN. Setelah perintah CLEAN dilakukan, maka bagian yang ter-*overshoot* tersebut dijadikan garis yang terpisah, dimana pada perpotongan garis satu dengan lainnya akan terlihat tanda bujur sangkar kecil menyerupai bentuk intan. Cara memperbaikinya adalah dipilih bagian garis yang *overshoot*, kemudian dihapus (di-*delete*). Gambar 9 di bawah ini adalah contoh sebuah *overshoot*.

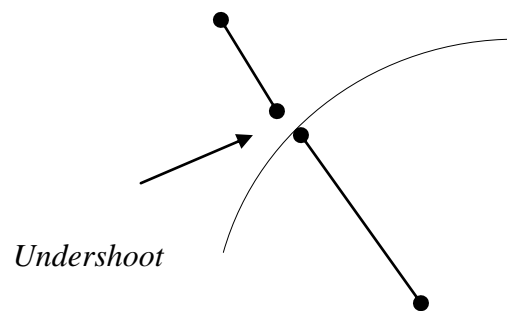


Gambar 9. Kesalahan Digitasi Overshoot

(b) *Undershoot* :

Undershoot adalah sebuah garis yang didigitasi kurang panjang untuk mencapai titik yang menyilangkan dengan garis lain. *Undershoot* ini adalah kesalahan dalam digitasi karena kekurangan garis yang seharusnya sampai pada persilangan atau garis yang lain. Kesalahan ini harus dikoreksi dengan menambahkan sepotong garis lagi untuk bisa

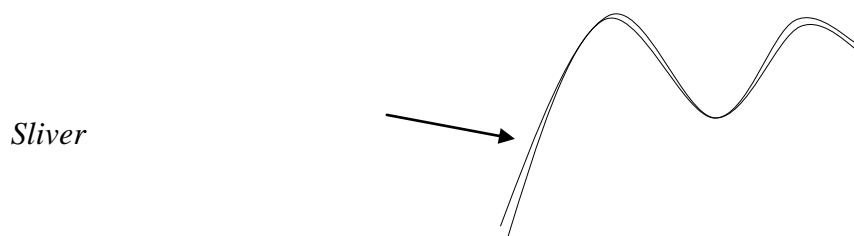
mencapai perpotongan garis yang dituju (seharusnya). Ilustrasi kesalahan *undershoot* ini bisa dilihat pada Gambar 10 di bawah ini :



Gambar 10. Kesalahan Digitasi Undershoot

(c) ***Sliver*** :

Sliver adalah kesalahan digitasi dimana sebuah garis didigitasi lebih dari satu kali. Kesalahan ini merupakan kenampakan garis rangkap tetapi yang sebenarnya hanya satu garis. Oleh karena itu, salah satu garis yang dinyatakan salah harus dihapus, sehingga tinggal tersisa satu garis saja yang benar sesuai dengan peta dasar. Gambar 11 adalah contoh kesalahan *sliver* yang dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 11. Kesalahan Digitasi Sliver

b. **Penyiaman (*Scanning*)**.

Scanning adalah konversi data analog menjadi data digital secara otomatis dengan menggunakan alat yang disebut scanner. Peta manual yang akan di-scan ditempatkan pada permukaan scanner. Scanner selanjutnya akan berjalan ke seluruh permukaan peta, dan sekaligus mengkonversi data yang ada dalam peta menjadi format digital. Cara pengkonversian data secara scanning ini sebetulnya lebih cepat dan lebih teliti dari pada cara digitizing, hanya pada awalnya membutuhkan biaya yang tidak sedikit karena harga scanner tidak murah. Kesalahan-kesalahan pengkonversian data ini relatif kecil sekali, kecuali apabila peta dasar yang digunakan memang sudah tidak bagus. Kesalahan yang disebabkan karena kekurangtelitian user tidak akan terjadi, karena scanning ini hanya bergantung pada operasi scanner-nya. Pada saat ini sebagian besar user sudah tidak menggunakan cara digitizing lagi untuk mengkonversi data manual menjadi data digital, tetapi lebih banyak yang beralih ke cara scanning. Hal ini disebabkan tidak dibutuhkan waktu yang lama untuk pengkonversian data. Dengan semakin berkembangnya penggunaan teknologi komputerisasi, nampaknya penggunaan digitizer sudah jarang sekali dilakukan.

2. Input Data Tekstual

Untuk memasukkan data tekstual ketika menyusun suatu SIG, ada tiga tahap yang bisa dilakukan. Walaupun ada metode lainnya yang bisa dilakukan untuk melaksanakan pemasukan data tekstual, namun metode ini merupakan salah satu metode pendekatan yang sangat umum. Ketiga tahap tersebut adalah :

- a. Membuat File Data Baru Untuk Menangani Atribut
- b. Menambah Nilai Atribut Ke File Data Yang Baru Dibuat
- c. Merelasikan Atau Menggabungkan Atribut Ke Tabel Atribut Feature

a. Membuat File Data Baru Untuk Menangani Atribut

Pada saat meng-input data spasial dan membuat basis data nya, informasi atribut nya secara otomatis akan terbentuk dan tersimpan pada file database tabuler yang disebut tabel atribut feature. Untuk setiap feature geografi (titik, garis, dan poligon), mempunyai satu masukan atau record pada file. Untuk setiap record,

mempunyai sejumlah jenis informasi atau item. Yang dimaksud tabel atribut feature adalah file data yang berisi beberapa item standar yang ditentukan sebelumnya. Untuk feature titik disebut point attribute table (PAT), untuk garis disebut arc attribute table (AAT), dan untuk polygon disebut polygon attribute table (PAT). Ketiga atribut feature tersebut selalu ada hubungan (link) diantara record pada tabel atribut feature dengan feature pada peta. Untuk menambahkan atribut tambahan ke tabel atribut feature, harus membuat file data lainnya untuk menangani nilai atribut baru. Sebelumnya harus ditentukan apa saja item-nya dan membuat file data sebelum penambahan nilai atribut ke file tersebut. Contoh file data baru untuk menangani atribut dapat dilihat pada Gambar 12 berikut ini.

DATAPTNH_ID	KODEPT

Gambar 12. Membuat File Data Baru Untuk Menangani Atribut

b. Menambah Nilai Atribut Ke File Data Yang Baru Dibuat

Jika nilai atribut yang akan ditambahkan terdapat pada daftar, maka nilai tersebut dapat diketik secara langsung ke dalam file data pada komputer. Jika nilai tersebut telah terdapat dalam file komputer, maka nilai dapat diambil secara langsung ke dalam file data tanpa harus mengetiknya kembali. Penambahan nilai atribut ke file data yang baru dibuat dapat dilihat pada contoh seperti pada Gambar 13 berikut ini.

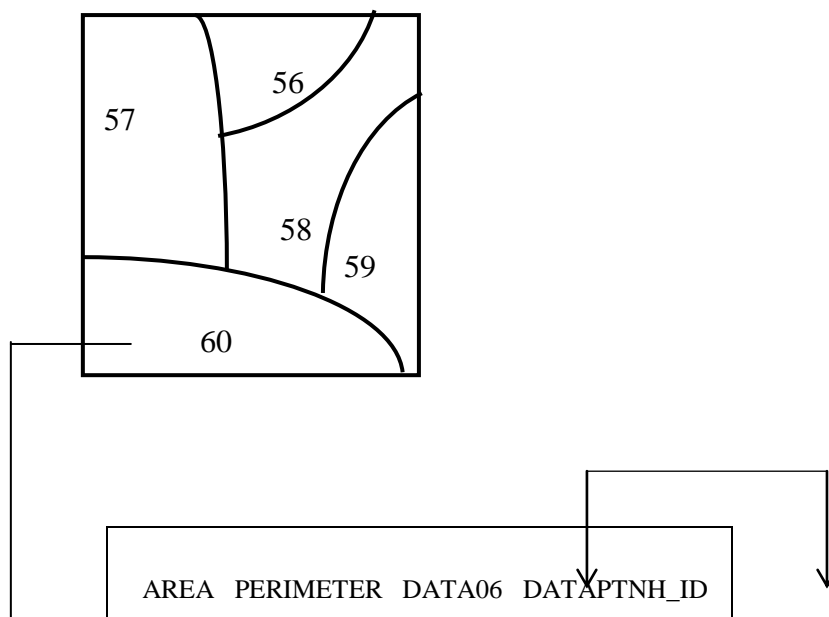
DATAPTNH_ID	KODEPT
56	200
57	100
58	300
59	400
60	200

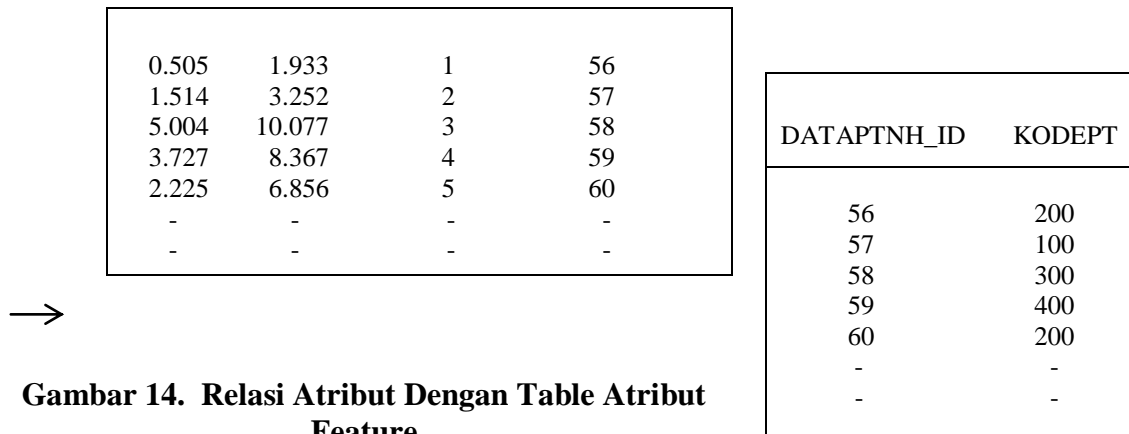
Gambar 13. Penambahan Nilai Atribut Ke File Data Yang Baru Dibuat

3. Merelasikan Atau Menggabungkan Atribut Ke Tabel Atribut Feature

Setelah nilai atribut ditambahkan ke file data, selanjutnya dapat ditempatkan pada tabel atribut coverage dengan menggunakan item umum sebagai kunci. Karena record pada tabel atribut feature dapat dihubungkan ke record yang berkaitan pada file data baru, atribut baru juga bisa disatukan dengan feature-nya. Dengan demikian dapat dilakukan penanyaan dan analisis pada data, dan membuat peta dengan menggunakan nilai atribut yang terdapat pada tabel atribut.

Contoh merelasikan atau menggabungkan atribut ke tabel atribut feature dapat dilihat pada Gambar 14 berikut ini.





B. PENGELOLAAN DATA (*DATA MANAGEMENT*)

Komponen ini berisikan fungsi-fungsi untuk menyimpan data (*data storage*) dan memanggil kembali data (*data retrieval*). Data yang telah masuk dalam SIG pada tahapan *data input*, dikelola sedemikian rupa dalam suatu sistem basis data. Basis data ini didefinisikan sebagai kumpulan data yang saling berhubungan yang disimpan bersama dengan sedikit redundansi serta mampu melayani lebih dari satu pemakai. Disusunnya basis data dalam SIG itulah yang selanjutnya bisa untuk dilakukan *storage* dan *retrieval*.

1. Konsep Basis Data

Pada sebuah *hard disk* dalam komputer, bisa ditempatkan satu atau beberapa basis data. Sementara itu dalam sebuah basis data, bisa ditempatkan satu atau beberapa file/tabel. Pada file/tabel inilah sebetulnya data disimpan. Setiap basis data umumnya dibuat untuk mewakili sebuah data yang spesifik. Contoh dari basis data misalnya basis data kepegawaian, basis data akademik, basis data perpustakaan, basis data pertanahan, dan sebagainya. Pada basis data kepegawaian misalnya, bisa ditempatkan file nama pegawai, file umur, file pangkat, file golongan, file pendidikan terakhir, dan lain-lain. Pada basis data pertanahan, bisa ditempatkan file nama pemilik tanah, file letak tanah, file luas tanah, file harga tanah, file pemilikan tanah, file penguasaan tanah, file penggunaan tanah, file pemanfaatan tanah, dan seterusnya yang berkaitan dengan data pertanahan. File-file tersebut bisa merupakan file baru yang sengaja dibuat, atau dihapus karena sudah tidak diperlukan, diperbaiki

karena ada perubahan data, ditambah karena ada kekurangan data, dsb. Oleh karena itu, menurut Fatansyah (1999:4), terdapat beberapa operasi dasar yang berkaitan dengan pengelolaan basis data. Operasi dasar tersebut adalah :

- a. Pembuatan basis data baru (*create database*);
- b. Penghapusan basis data (*drop database*);
- c. Pembuatan file/tabel baru ke suatu basis data (*create table*);
- d. Penghapusan file/tabel dari suatu basis data (*drop table*);
- e. Penambahan/pengisian data baru ke sebuah file/tabel basis data (*insert*);
- f. Pengambilan data dari sebuah file/tabel (*retrieve/search*);
- g. Perubahan data dari sebuah file/tabel (*update*);
- h. Penghapusan data dari sebuah file/tabel (*delete*).

Tujuan utama dalam pengelolaan data dalam sebuah basis data adalah agar dapat memperoleh/menemukan kembali data yang diinginkan dengan mudah dan cepat. Secara lengkap, pemanfaatan basis data dilakukan untuk memenuhi berbagai tujuan seperti : Kecepatan dan Kemudahan (*Speed*); Eksistensi Ruang Penyimpanan (*Space*); Keakuratan (*Accuracy*); Ketersediaan (*Availability*); Kelengkapan (*Completeness*); Keamanan (*Security*); Kebersamaan Pemakaian (*Sharability*).

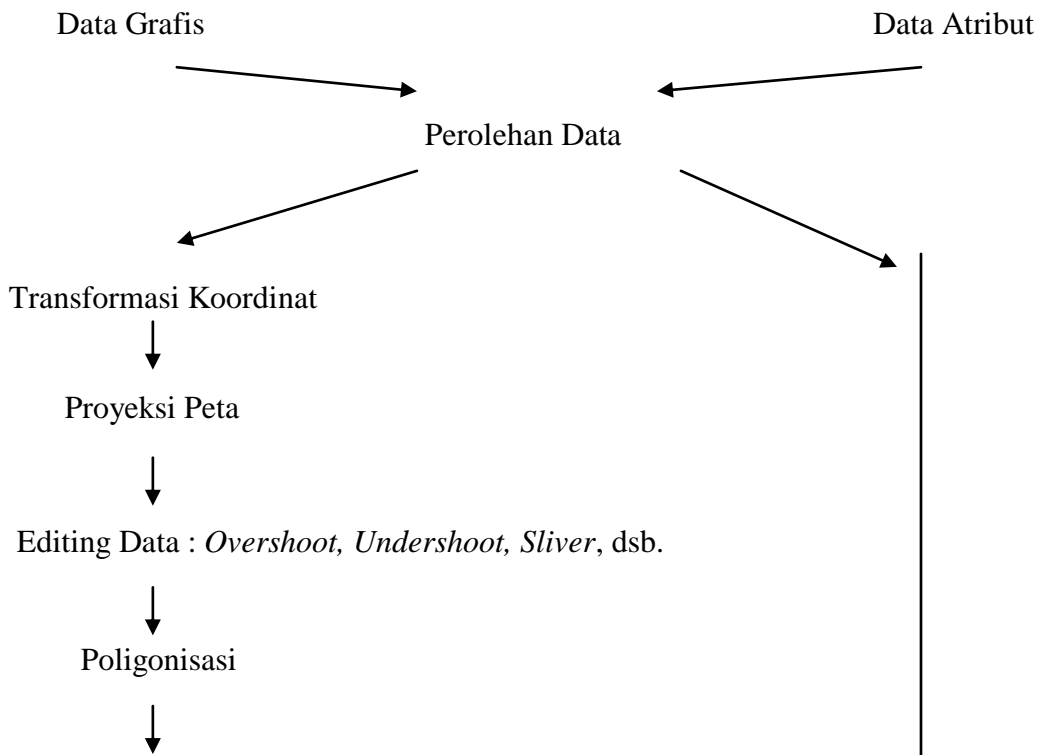
2. Membangun Basis Data

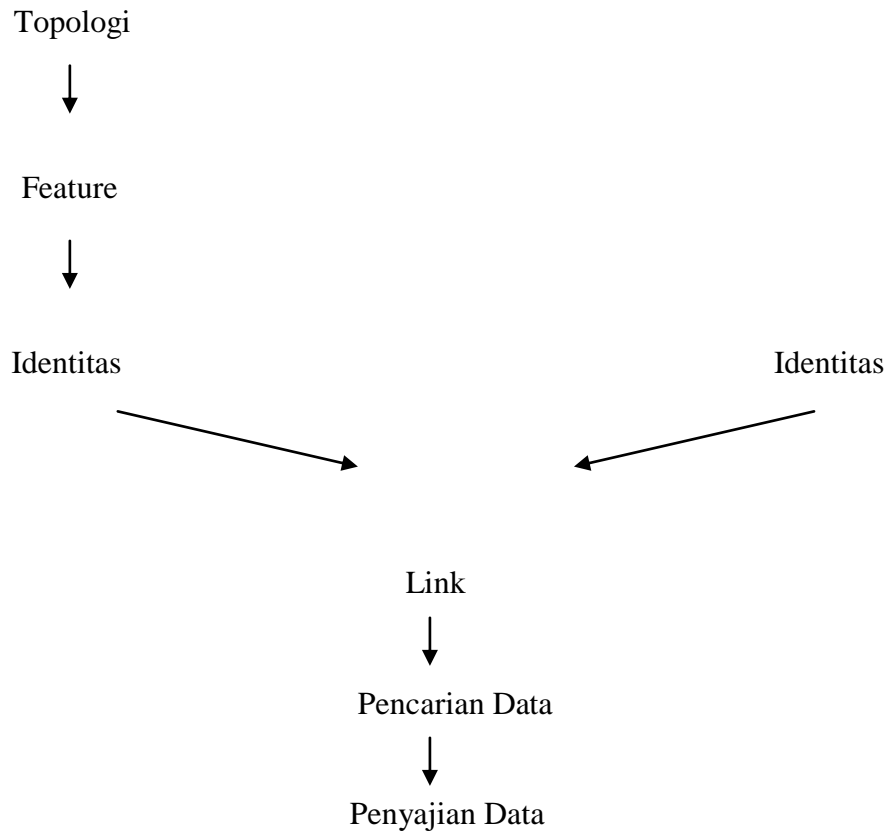
Kelengkapan dan keakuratan basis data akan menentukan kualitas analisis dan produk akhir dari SIG. Tahap-tahap yang harus ditempuh dalam membangun basis data digital adalah sebagai berikut :

- a. Mendesain basis data :
 - 1) mendeterminasi batas area studi;
 - 2) menentukan sistem koordinat yang akan digunakan;
 - 3) menentukan *layer (coverage)* apa saja yang diperlukan;
 - 4) mengidentifikasi *feature* apa saja yang terdapat pada *layer*;
 - 5) menginventarisir atribut apa yang dibutuhkan untuk setiap jenis *feature*;
 - 6) membuat kode dan mengorganisasikan atribut.
- b. Melakukan otomasi data :
 - 1) memasukkan data spasial ke dalam basis data melalui pengkonversian data manual menjadi data digital (*digitizing, scanning*);

- 2) menjadikan data spasial dapat digunakan, memeriksa dan meng-edit kesalahan-kesalahan yang selanjutnya dilakukan pembuatan *topologi*;
 - 3) memasukkan data atribut ke dalam basis data dan menyatukan atribut dengan *feature* spasialnya.
- c. Mengelola basis data :
- 1) menempatkan data spasial ke dalam koordinat bumi yang sebenarnya;
 - 2) menggabungkan *coverage* yang bersebelahan (*edge matching*);
 - 3) memelihara basis data.

Disain basis data terdiri dari tiga tahap utama yaitu : mengidentifikasi *feature* geografi, atribut, dan *layer* data yang diperlukan; menentukan parameter penyimpanan dari setiap atribut; dan memastikan registrasi koordinat. Untuk bisa memenuhi tahapan tersebut, maka data sumber baik berupa manuskrip peta maupun data digital, memainkan peranan sangat penting pada proses desain ini. Secara skematis Disain basis ini dapat digambarkan seperti pada Gambar 15 sebagai berikut.





Gambar 15. Skema Disain Basis Data SIG

Disain basis data terdiri dari tiga tahap utama yaitu :

- (1) mengidentifikasi feature geografi, atribut dan layer data yang diperlukan;
- (2) menentukan parameter penyimpanan dari setiap atribut; dan
- (3) memastikan registrasi koordinat.

Perlu diperhatikan bahwa data sumber yang tersedia apakah manuskrip peta atau data digital memainkan peranan penting pada proses disain. Oleh karena itu sebaiknya perlu dilakukan beberapa penelitian pendahuluan untuk menentukan data sumber apa yang tersedia untuk suatu area studi.

- (1) Mengidentifikasi feature geografi, atribut, dan layer data yang diperlukan.

Tahap ini meliputi tiga proses yaitu :

- (a) Mengidentifikasi feature geografi dan atributnya;
- (b) Mengorganisasi layer data;
- (c) Mengidentifikasi coverage yang diotomasikan

(a) Mengidentifikasi feature geografi dan atributnya.

Identifikasi feature geografi yang diperlukan untuk penyusunan basis data dan atribut yang berkaitan dengan setiap feature. Langkah ini ditentukan secara langsung berdasarkan analisis yang akan dilaksanakan dan produk peta yang akan dibuat. Kemungkinan akan terdapat beberapa atribut yang diperlukann untuk setiap feature berdasarkan pada criteria analisis dan peta yang akan dihasilkan. Sebagai contoh, misalnya ditentuka criteria sebagai berikut :

- Mengidentifikasi tanah yang sesuai untuk pengembangan;
- Menggunakan kode penggunaan tanah untuk memilih lokasi yaitu penggunaan tanah semak untuk lokasi pengembangan;
- Memperkirakan biaya pengadaan tanah berdasarkan pada luas dan kelas penggunaan tanah.

Berdasarkan kriteria tersebut, maka yang diperlukan adalah data tentang poligon tanah sebagai satu feature geografi dengan tingkat kesesuaian sebagai atribut. Selain itu juga diperlukan poligon penggunaan tanah dan biaya per-unit sebagai atribut. Selanjutnya daftar feature dan atribut yang harus dibuat akan tampak seperti tersebut pada Gambar 16 sebagai berikut.

Feature Geografi	Kelas feature	Atribut feature
Tanah	Poligon	Kesesuaian
Penggunaan Tanah	Poligon	Kode Penggunaan Tanah Harga per hektar

Gambar 16. Contoh Identifikasi Feature Geografi dan Atributnya

Jika peta hasil juga meliputi poligon penggunaan tanah yang diberi label dengan jenis penggunaan tanah, lokasi jalan digambarkan dengan simbol garis untuk menunjukkan permukaannya dan aliran sungai utama, maka daftar feature geografi dan atributnya perlu diperluas seperti tercantum pada Gambar 17 berikut ini.

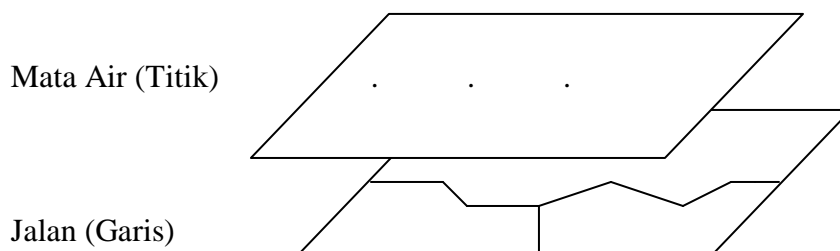
Feature Geografi	Kelas feature	Atribut feature
------------------	---------------	-----------------

Tanah	Poligon	Kesesuaian
Penggunaan Tanah	Poligon	Kode Penggunaan Tanah Harga per hektar Jenis Penggunaan Tanah
Jalan	Garis	Kode Jalan
Sungai	Garis	Kelas Sungai

Gambar 17. Contoh Feature Geografi dan Atributnya Setelah Penambahan

(b) Mengorganisasi layer data.

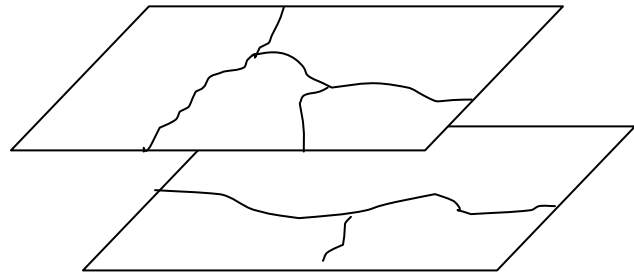
Sejumlah faktor mempengaruhi organisasi layer pada basis data geografi, dan faktor-faktor ini berbeda untuk setiap aplikasi. Dua pertimbangan yang sangat umum adalah pengorganisasian layer menurut jenis feature (titik, garis, atau poligon) dan pengelompokan tematik feature. Secara khusus, layer diorganisasi sehingga titik, garis dan poligon disimpan pada layer terpisah. Sebagai contoh, lokasi mata air disajikan oleh titik yang disimpan pada satu layer, sedangkan jalan disajikan oleh garis yang diorganisasi pada layer lainnya seperti Gambar 18 di bawah ini.



Gambar 18. Layer Feature Titik dan Garis Yang Disajikan Secara Terpisah

Selain layer, feature dapat juga diorganisasikan secara tematik menurut tema yang disajikan. Sebagai contoh, aliran sungai diorganisasikan pada satu layer dan jalan pada layer lainnya, seperti pada Gambar 19 sebagai berikut.

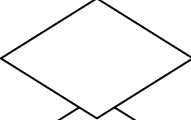
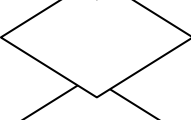
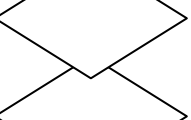
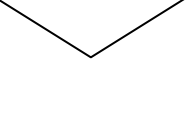
Aliran Sungai (Garis)



Jalan (Garis)

Gambar 19. Layer Feature Garis dan Garis Yang Disajikan Secara Terpisah

Walaupun aliran sungai dan jalan keduanya adalah feature garis, tetap disimpan secara terpisah. Sebagai contoh, atribut yang berkaitan dengan sungai meliputi nama, kelas sungai dan kecepatan aliran, sedangkan atribut untuk jalan meliputi nama, jenis permukaan, dan jumlah jalur. Karena atribut yang berkaitan berbeda nyata, maka sungai dan jalan sebaiknya disimpan pada layer terpisah dengan mengacu pada area geografi yang sama. Layer untuk contoh yang disajikan di atas tampak seperti Gambar 20 berikut.

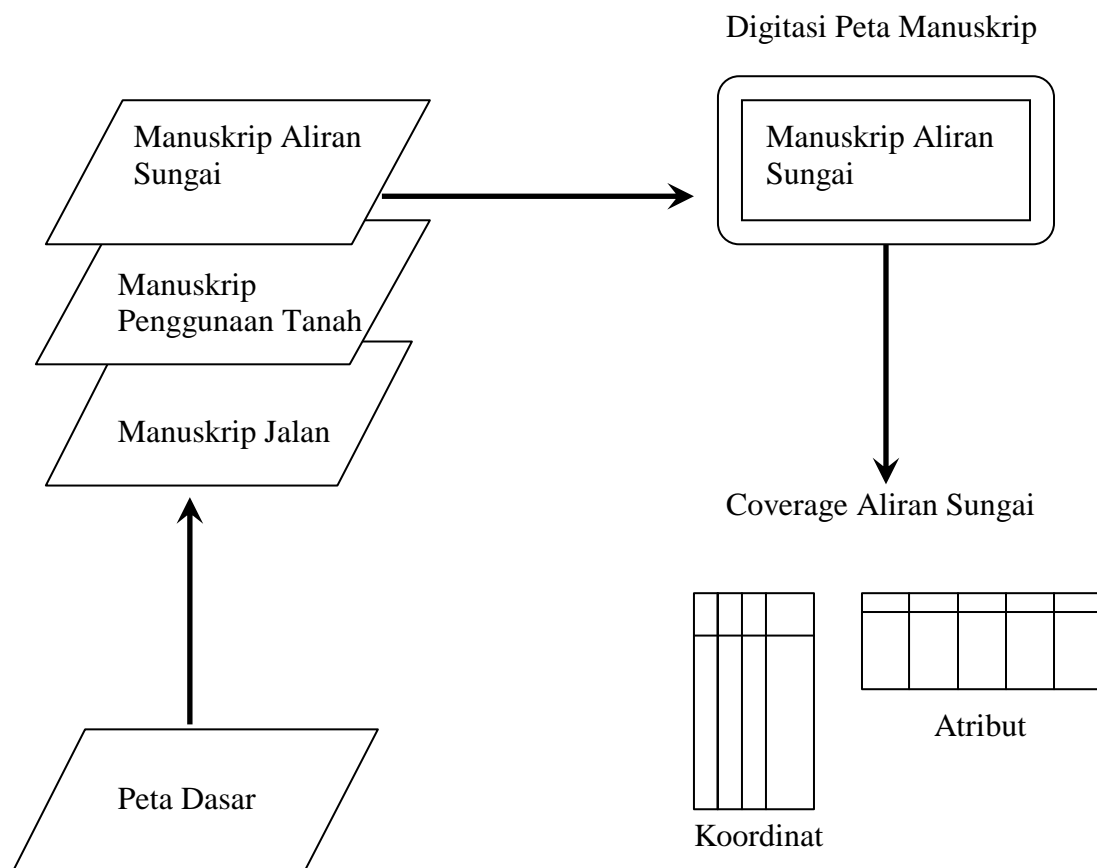
Layer	Tipe Feature	Kelas Feature	Atribut
	TANAH	Poligon	Kelas Tanah Kesesuaian
	PENGUNAAN TANAH	Poligon	Kode Penggunaan Tanah Harga Per Hektar Tipe Penggunaan Tanah
	JALAN	Garis	Kode Jalan
	ALIRAN SUNGAI	Garis	Kode Aliran Sungai

Gambar 20. Contoh Layer Terpisah Dan Atribut-Atribut Nya

(c) Mengidentifikasi coverage yang diotomasikan

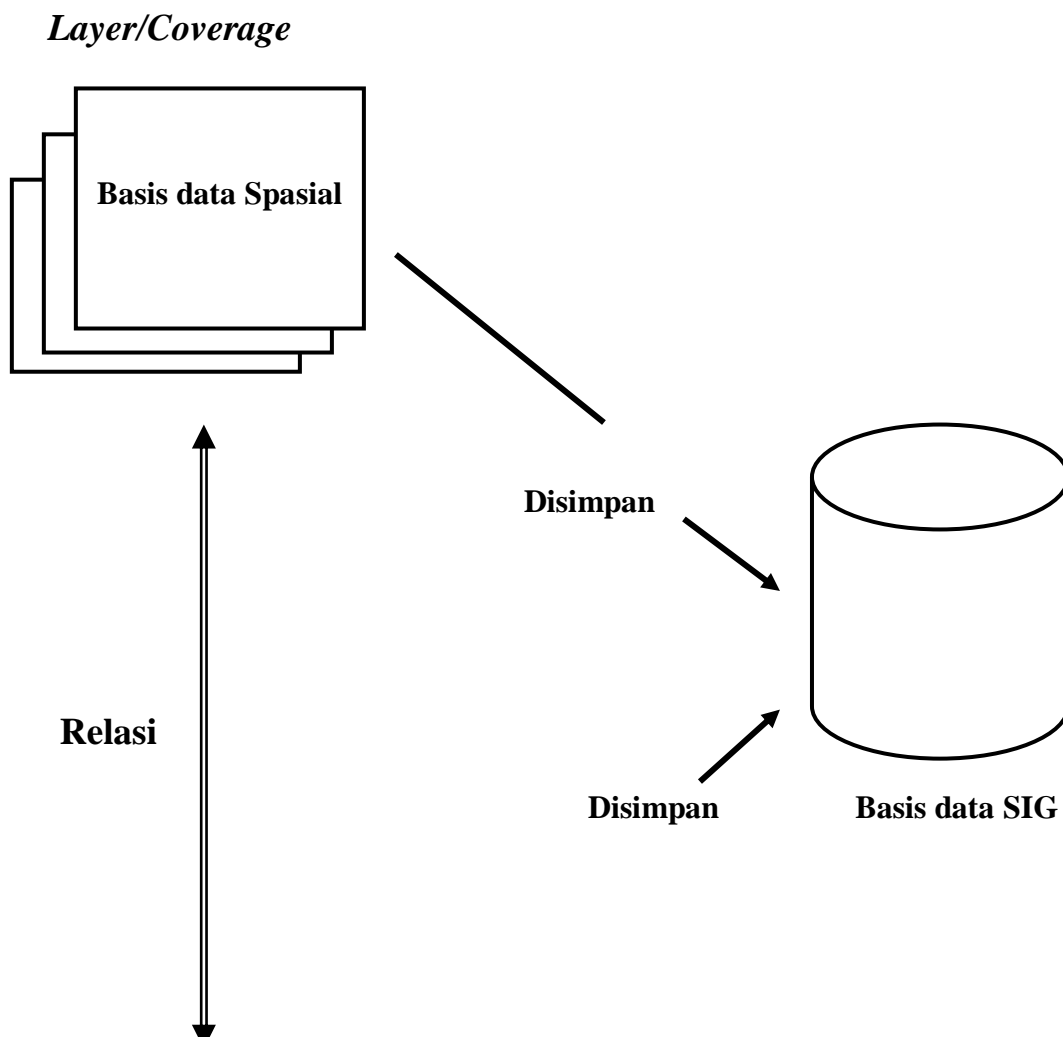
Proses identifikasi feature geografi dan atributnya, dan pengorganisasian informasi ini ke dalam layer menentukan coverage apa yang diisikan pada

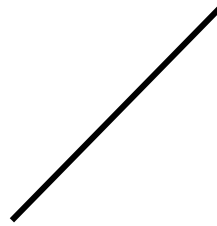
basis data geografi digital. Pada banyak kasus, layer data tersedia pada peta terpisah (sebagai contoh, peta hanya menyajikan batas persil) atau tersedia dalam format digital pada komputer. Pada kasus lainnya harus dilakukan otomasi layer dari peta dasar tunggal. Pada contoh ini, akan lebih mudah untuk membuat manuskrip peta yang terpisah untuk setiap layer, karena jumlah informasi pada peta dasar dapat menyebabkan pengambilan data lebih sulit. Ini sering dikerjakan dengan menggambarkan feature yang diperlukan ke dalam MYLAR atau bahan transparan tahan lama lainnya. Contoh beberapa coverage yang diotomasi dapat dilihat pada Gambar 21 sebagai berikut.



Gambar 21. Beberapa Coverage Yang Diotomasikan

Setelah setiap manuskrip peta didigitasi, feature geografi yang diperlukan telah tersimpan sebagai koordinat x,y pada basis data digital, bersama-sama dengan atribut pada tabel atribut feature coverage. Pada tahap selanjutnya, basis data spasial direlasikan atau dihubungkan dengan basis data atributnya untuk dijadikan basis data SIG yang diinginkan. Hubungan antara basis data spasial dan basis data atribut dalam pembentukan basis data SIG dapat diilustrasikan sebagaimana disajikan pada Gambar 22 berikut ini.





Tabel

No.	Penggunaan Tanah	Pemanfaatan Tanah	Luas (Ha)
1.	Permukiman	Perumahan	35
2.	S a w a h	Sawah 2 kali setahun	540
3.	Perkebunan	Perkebunan Teh	420

Basis data Atribut

Gambar 22. Ilustrasi Hubungan Basis Data Spasial dan Basis Data Atribut dalam Pembangunan Basis Data SIG

C. MANIPULASI DAN ANALISIS DATA (DATA MANIPULATION AND ANALYSE)

Dalam fungsi manipulasi dan analisis ini, data diolah sedemikian rupa guna memperoleh informasi yang diinginkan dari SIG. Manipulasi dan analisis dengan membuat algoritma dari data grafis dan atribut yang berupa tumpang susun (*overlaying*) data grafis maupun pengkaitan data grafis dan data atribut. Pada tahapan analisis SIG, sebetulnya terdapat kemampuan SIG yang lain yaitu fungsi-fungsinya untuk melakukan analisis. Fungsi analisis ini terdiri dari Fungsi analisis spasial dan Fungsi analisis atribut. Meskipun fungsi analisis ini banyak macamnya, tetapi hanya beberapa saja yang dibahas yaitu yang sering digunakan dalam aplikasi SIG.

a. Fungsi Analisis Atribut

Menurut Eddy Prahasta (2001:74), fungsi analisis atribut terdiri dari operasi dasar sistem pengelolaan basis data (DBMS) dan perluasan operasi basis data. Kedua fungsi analisis tersebut antara lain mencakup kegiatan-kegiatan sebagai berikut :

a. Operasi dasar basis data mencakup :

- 1) Membuat basis data baru (*create database*)
- 2) Menghapus basis data (*drop database*)
- 3) Membuat tabel basis data (*create table*)
- 4) Menghapus tabel basis data (*drop table*)
- 5) Mengisi dan menyisipkan data (*record*) ke dalam tabel (*insert*)
- 6) Membaca dan mencari data (*field* atau *record*) dari tabel basis data (*seek, find, search, retrieve*)
- 7) Mengubah dan meng-*edit* data di dalam tabel basis data (*update, edit*)
- 8) Menghapus data dari tabel basis data (*delete, zap, pack*)
- 9) Membuat indeks untuk setiap tabel basis data

b. Perluasan operasi basis data :

- 1) Membaca dan menulis basis data dalam sistem basis data yang lain (*export* dan *import*)
- 2) Dapat berkomunikasi dengan sistem basis data yang lain
- 3) Dapat menggunakan bahasa basis data standard SQL (*structured query language*)
- 4) Operasi-operasi atau fungsi analisis lain yang sudah rutin digunakan di dalam sistem basis data

b. Fungsi Analisis Spasial

Fungsi Analisis Spasial yang sering digunakan dalam SIG antara lain adalah sebagai berikut :

a. Klasifikasi atau Klasifikasi Kembali (*Classification or Reclassification*) :

Fungsi ini mengklasifikasikan atau mengklasifikasikan kembali suatu data spasial yang baru dengan menggunakan kriteria tertentu. Misalnya dengan menggunakan data spasial ketinggian permukaan bumi (topografi), dapat diturunkan data spasial kemiringan atau *gradient* permukaan bumi yang dinyatakan dalam persentase nilai-nilai kemiringan. Nilai-nilai persentase kemiringan ini dapat diklasifikasikan hingga menjadi data spasial baru yang

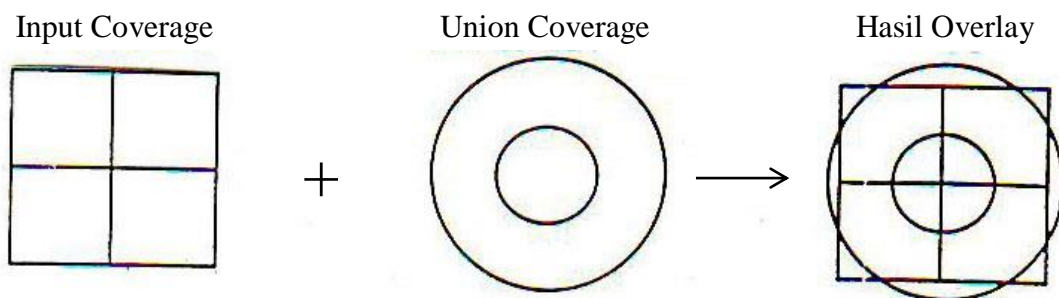
dapat digunakan untuk merancang perencanaan pengembangan suatu wilayah. Adapun contoh kriteria yang digunakan adalah kemiringan 0-14% untuk permukiman, 15-29% untuk pertanian dan perkebunan, 30-44% untuk hutan produksi, dan 45% ke atas untuk hutan lindung dan taman nasional. Contoh lain dari manfaat analisis spasial ini adalah untuk mendapatkan data spasial kesuburan tanah dari data spasial kadar air atau kedalaman air tanah, kedalaman efektif tanah, dsb.

b. Tumpang Susun (*Overlay*) :

Fungsi ini menghasilkan data spasial baru dari minimal dua data spasial yang menjadi masukannya. Sebagai contoh, bila untuk menghasilkan wilayah-wilayah yang sesuai untuk budidaya tanaman tertentu (misalnya padi) diperlukan data ketinggian permukaan bumi, kadar air tanah, dan jenis tanah, maka fungsi analisis spasial *overlay* akan dikenakan terhadap ketiga data spasial (dan data atribut) tersebut. Beberapa operasi *overlay* antara lain adalah *Union*, *Identity*, *Intersect*, dan *Update*. Masing-masing type *overlay* ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) *Union* :

Union adalah menghitung geometri dari perpotongan antara dua poligon dari dua coverage. Seluruh kenampakan pada kedua peta disajikan secara utuh. Poligon pertama sebagai Input Coverage bertampalan langsung seluruhnya dengan poligon kedua sebagai Union Coverage. Gambaran grafis dari *overlay Union* adalah sebagai berikut :



Gambar 23. Gambaran Grafis dari Tipe Overlay Union

2) *Identity* :

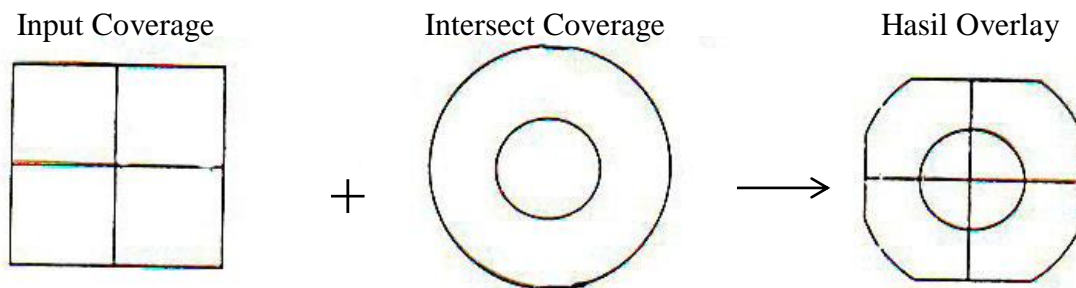
Identity adalah menghitung geometri dari perpotongan antara dua poligon dari dua coverage. Seluruh kenampakan pada pertama peta disajikan secara utuh. Sedangkan peta kedua mengikuti luasan peta pertama. Bagian dari poligon pertama sebagai Input Coverage yang melebihi poligon kedua sebagai Identity Coverage setelah di-overlay-kan hasilnya menjadi hilang. Gambaran grafis dari *Identity* adalah sebagai berikut :



Gambar 24. Gambaran Grafis dari Tipe Overlay Identity

3) *Intersect* :

Intersect adalah menghitung geometri dari perpotongan poligon dari dua coverage. Hanya luasan terluar pada kedua peta saja yang akan ditampilkan pada peta hasil overlay tipe intersect. Poligon kedua sebagai Intersect Coverage setelah ditumpangsusunkan dengan poligon pertama sebagai Input Coverage menghasilkan poligon baru yang bagian terluar dari kedua poligon tersebut menjadi hilang atau terpotong. Gambaran grafis dari *Intersect* adalah sebagai berikut :



Gambar 25. Gambaran Grafis dari Tipe Overlay Intersect

4) *Update* :

Update adalah menghitung geometri perpotongan poligon dari dua coverage. Peta *Update* atau peta kedua menutupi luasan dan informasi peta pertama. Bagian dari poligon pertama sebagai Input Coverage yang tertutup oleh poligon kedua sebagai Update Coverage menjadi hilang setelah di-overlay-kan. Gambaran grafis dari *Update* adalah sebagai berikut :



Gambar 26. Gambaran Grafis dari Tipe Overlay Update

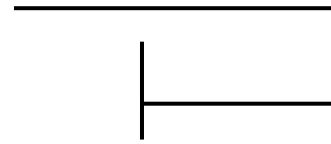
c. Analisis Proximity (Buffering) :

Fungsi ini akan menghasilkan data spasial baru yang berbentuk poligon atau zone dengan jarak tertentu dan data spasial yang menjadi masukannya. Data spasial titik akan menghasilkan data spasial baru yang berupa lingkaran-lingkaran yang mengelilingi titik-titik pusatnya. Untuk data spasial garis akan menghasilkan data spasial baru yang berupa poligon-poligon yang melingkupi garis-garis. Demikian pula untuk data spasial poligon, akan menghasilkan data spasial baru yang berupa poligon-poligon yang lebih besar dan konsentris. Ilustrasi dari buffering feature tik, garis, dan poligon dapat dilihat pada gambar-gambar sebagai berikut :

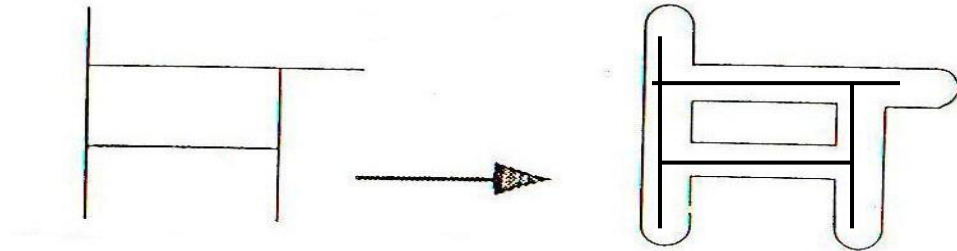


Gambar 27. Buffering Feature Titik





Gambar 28. Buffering Feature Poligon



Gambar 29. Buffering Feature Garis

d. Pengolahan Citra Digital (*Digital Image Processing*) :

Fungsi ini dimiliki oleh perangkat SIG yang berbasis raster. Data spasial permukaan bumi (citra digital) banyak didapat dari perekaman data satelit berformat raster, maka banyak SIG raster yang juga dilengkapi dengan fungsi analisis ini. Fungsi analisis spasial ini terdiri dari banyak sub-sub fungsi analisis citra digital. Sebagai contoh adalah sub fungsi untuk koreksi *radiometric*, koreksi *geometric*, *filtering*, *clustering*, dsb.

D. KELUARAN DATA (*DATA OUTPUT*)

Penyajian data merupakan prosedur untuk menyajikan informasi dari SIG dalam bentuk yang diinginkan pengguna. Bentuk keluaran (*output*) dapat disajikan dalam bentuk *hardcopy* ataupun *softcopy*. Keluaran dalam bentuk *hardcopy* berupa tampilan permanen yang biasanya dicetak pada kertas, film fotografik atau material lain. Keluaran dalam bentuk *softcopy* disajikan melalui layar komputer baik berupa teks atau grafik, maupun sebagai langkah awal untuk melihat hasil analisis sebelum dicetak secara permanen.

Data *softcopy* ditampilkan dalam bentuk peta maupun tabel pada layar monitor atau vdu (visual display unit). Tampilan peta dan tabel tersebut adalah merupakan

coverage (layer) akhir dari serangkaian proses SIG. Coverage (layer) tersebut menggambarkan data output yang siap untuk dikirim ke printer atau plotter sebagai alat pencetak data. Oleh karena softcopy merupakan data siap cetak, maka kenampakan di dalam vdu sudah harus berupa data yang sudah benar dan nampak secara keseluruhan pada layar monitor. Sebaiknya kenampakan output yang ada dalam layar monitor usahakan dipasangkan dengan printer atau plotter yang sesuai yang sering dikenal dengan istilah wysiwig (what you see is what you get yaitu apa yang anda lihat, itulah yang akan anda dapatkan. Artinya adalah bahwa kenampakan yang ada di atas layar monitor sama persis nantinya dengan hasil yang diperoleh dari printer atau plotter yang digunakan.

Data hardcopy yang biasanya berupa peta, juga dihasilkan oleh peralatan komputer yang sering dikenal dengan printer atau plotter. Peralatan ini secara garis besar dibagi menjadi dua kategori yaitu peralatan yang digunakan untuk mencetak data vektor dan peralatan yang digunakan untuk mencetak data raster. Pen plotter adalah alat pencetak hardcopy peta yang umum digunakan untuk mencetak data vektor. Kertas, kalkir, astralon, dan bahan pembuat peta lainnya yang akan digunakan untuk mencetak peta ditempatkan pada pen plotter tersebut. Dibawah control atau perintah dalam SIG dengan menggunakan software tertentu (Arc/Info, ArView, AutoCad, ILWIS, dll), pena yang tersedia pada plotter tersebut bergerak di seputar area penggambaran (kertas, kalkir, dsb). Seperti halnya dengan pena rapido, pena-pana pada pen plotter tersebut mempunyai ukuran tertentu dan akan menggambar sesuai dengan besar kecilnya features (titik, garis, poligon) yang tampil pada layer monitor (softcopy). Apabila suatu feature dengan ukuran tertentu (misalnya 0.2 mm) selesai digambar, secara otomatis pena dengan ukuran 0.2 mm tersebut dikembalikan pada tempatnya. Selanjutnya diambil pena dengan ukuran lain (misalnya 0.5 mm) untuk digunakan menggambar feature yang berukuran 0.5 mm. Demikian seterusnya sampai kenampakan seluruh feature yang ada tergambar. Sesuai dengan fungsinya berupa pen plotter, alat ini tidak bisa memberi warna pada feature area (polygon). Untuk membedakan feature area yang berbeda, pen plotter hanya bisa membuat arsiran sesuai dengan perintah yang dimasukkan. Apabila proses plottingnya sudah selesai, pen plotter dengan perintah yang ada selanjutnya memotong hardcopy peta yang sudah jadi, dan secara otomatis, peta tersebut akan jatuh pada tempatnya.

Selain pen plotter, alat keluaran hasil yang sering digunakan adalah ink jet plotter. Berbeda dengan pen plotter, ink jet plotter ini bisa digunakan untuk mencetak peta warna. Oleh karenanya, plotter ini bisa digunakan untuk mencetak baik data vektor maupun data raster. Prinsip kerja ink jet plotter pada dasarnya sama dengan pen plotter, hanya yang bergerak di seputar kertas, kalkir, astralon, dll. Bukannya pena tetapi berupa semprotan tinta. Apabila digunakan untuk mencetak data vektor, alat ini akan bisa memberikan hasil yang bagus karena khusus pada feature area bisa diberi warna sesuai dengan perintah yang diberikan. Sedangkan apabila yang dicetak adalah data raster dan data tersebut tidak dilakukan vektorisasi lebih dulu, maka kenampakan yang akan muncul adalah pewarnaan sesuai dengan nilai pixel-pixel yang ada. Oleh karena itu disarankan apabila data untuk SIG berupa data raster, sebaiknya dilakukan vektorisasi data lebih dulu sebelum diinputkan apabila software yang digunakan adalah software data vektor. Namun apabila software yang digunakan adalah software untuk data raster, data sebelum diinputkan sebaiknya dilakukan dulu rasterisasi untuk bisa mendapatkan hasil yang optimal.

LATIHAN

1. Sebutkan dan Jelaskan komponen-komponen Sistem Informasi Geografis !
2. Sebutkan dan jelaskan beberapa perangkat lunak Sistem Informasi Geografis !
3. Apa yang dimaksud dengan data dan prosedur pada komponen Sistem Informasi Geografis, jelaskan !
4. Sebutkan dan Jelaskan sub sistem Sistem Informasi Geografis !
5. Bagaimana cara meng-input data spasial dan tekstual, jelaskan !sebutkan dan jelaskan tahapan-tahapan data (output) !

RANGKUMAN

Terdapat paling sedikit lima komponen pembentuk Sistem Informasi Geografis yaitu Sumberdaya Manusia (*Brainware*), Perangkat Keras (*Hardware*), Perangkat Lunak (*Software*), Data, dan Prosedur. Komponen-komponen ini satu dengan lainnya saling berkaitan atau berhubungan, sehingga bisa membentuk suatu sistem.

Sumberdaya Manusia yang diperlukan untuk operasionalisasi Sistem Informasi Geografis harus mempunyai klasifikasi dan kualifikasi tertentu yang berbeda-beda. Hal ini sangat dibutuhkan dalam rangka penentuan siapa yang bertanggung jawab terhadap setiap tahapan Sistem Informasi Geografis yang akan dibangun.

Perangkat Keras yang dibutuhkan perlu mempunyai spesifikasi tertentu, sehingga bisa digunakan untuk aplikasi Sistem Informasi geografis. Spesifikasi ini termasuk kemampuannya untuk bisa berkomunikasi dengan perangkat lunak-nya.

Perangkat Lunak Sistem Informasi Geografis saat ini sudah banyak macam dan jenisnya. Ada perangkat lunak yang digunakan untuk mengelola data vektor dan ada pula perangkat lunak khusus untuk mengolah data raster.

Data tentunya juga merupakan komponen penting yang akan diinputkan dalam aplikasi Sistem Informasi geografis, sehingga dibutuhkan data yang berkualitas untuk digunakan dalam membangun basis data.

Prosedur akan sangat menentukan cepat lambatnya sistem ini dibangun. Selain itu prosedur dari organisasi yang akan membangun Sistem Informasi Geografis juga perlu diperhatikan agar bisa tercapai sesuai dengan tujuan yang sudah ditentukan.

Sub Sistem dari Sistem Informasi Geografis meliputi kegiatan-kegiatan memasukkan data (*data input*), mengelola data (*data management*), memanipulasi dan menganalisis data (*data manipulation and analyse*), dan keluaran data (*data output*).

Data input merupakan sub sistem untuk meng-*entry* data yang akan diproses melalui Sistem Informasi Geografis. Input data spasial secara garis besar ada dua cara yaitu *digitizing* dan cara *scanning*. Sedangkan input data tekstual dengan cara meng-create basis data tekstual dengan menggunakan cara *keyboard-entry*.

Data management dilakukan dalam rangka menyimpan data (*data storage*) dan memanggil kembali data (*data retrieval*). Basis data yang sudah dibuat pada input data spasial maupun tekstual selanjutnya direlasikan atau dihubungkan. Data yang sudah *integrated* tersebut, selanjutnya bisa disimpan. Suatu saat dibutuhkan untuk digunakan, data tersebut bisa dipanggil kembali atau dicari (*query*).

Data manipulation and analyse, pada dasarnya bagaimana mengolah atau menganalisis data dengan metode-metode analisis yang tersedia dalam perangkat lunak. Hasil analisis inilah nantinya yang akan diolah menjadi laporan atau keluaran dari proses Sistem Informasi Geografis.

Data output, adalah bagaimana caranya memproduksi hasil akhir dari proses Sistem Informasi Geografis. Output ini bisa berupa hardcopy maupun softcopy.

TES FORMATIF III

Pilihlah B apabila jawaban benar, dan S apabila jawaban salah.

1. Selain perangkat keras dan perangkat lunak, komponen SIG yang lain adalah sumberdaya manusia. (B/S)
2. Mengaplikasikan SIG dengan sistem jaringan (network system) biasanya digunakan workstation dengan CPU berupa server. (B/S)
3. SIG berbasis Web direkomendasikan dengan menggunakan computer yang RAM nya besar. (B/S)
4. Perangkat lunak ArcView mempunyai kemampuan untuk melakukan visualisasi data SIG. (B/S)
5. Perangkat lunak AutoCAD hanya bisa digunakan untuk meng-konversi peta manual menjadi peta digital. (B/S)
6. Untuk melakukan input data spasial ke dalam komputer, bisa dilakukan secara manual atau secara otomasi. (B/S)
7. Metode *digitizing* dan metode *scanning* mempunyai ketelitian yang sama. (B/S)
8. Pada tahap pengelolaan data, komponen-komponen SIG berfungsi menyimpan dan memanggil kembali data. (B/S)
9. Analisis tumpang susun (overlay) secara umum dapat dibedakan menjadi beberapa operasi. (B/S)
10. Analisis proximity (buffering) pada dasarnya merupakan analisis jarak tertentu dari suatu feature titik, garis, atau poligon. (B/S)

Cocokkan jawaban saudara dengan kunci jawaban Tes Formatif yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban saudara yang benar. Kemudian gunakan rumus di bawah ini untuk mengetahui tingkat penguasaan saudara terhadap materi kegiatan belajar ini.

Rumus :

Jumlah jawaban saudara yang benar

$$\text{Tingkat Penguasaan} = \frac{\text{-----}}{10} \times 100 \%$$

Arti tingkat penguasaan yang saudara peroleh adalah :

90 – 100 % = Baik Sekali;

80 – 90 % = Baik;

70 – 80 % = Cukup;

≤ 70 % = Kurang

Bila saudara memperoleh tingkat penguasaan 80 % atau lebih, saudara dapat meneruskan dengan kegiatan belajar (modul) selanjutnya. Sedangkan jika tingkat penguasaan saudara masih berada di bawah 80 %, saudara diwajibkan mengulangi kegiatan belajar (modul) ini, terutama bagian yang belum saudara kuasai secara baik.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Penyelenggara Diklat. Tanpa Tahun. *Sistem Informasi Geografis Arc/Info*, Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional - Pusat Pendidikan dan Latihan, Cibinong.

Mastra, Riadika dan Suharto Widjojo . Tanpa Tahun. *Pengantar Sistem Informasi Geografis*, Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional - Pusat Pendidikan dan Latihan, Cibinong.

Noor Hidayat, Rizki. 2000. *Modul Pelatihan ArcInfo 3.5.1 dan AutoCad Map 2000*, Pusat Pelatihan GIS & RS, Geomedia Spasiatama, Yogyakarta.

Prahasta, Eddy. 2004. *Sistem Informasi Geografis : Tutorial Arc View*, Informatika, Bandung.

Yulianto, Widi. 2003. *Aplikasi AutoCAD 2002 untuk Pemetaan dan SIG*, PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia, Jakarta