

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Sistem Informasi Geografis (SIG)

2.1.1 Pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG).

Istilah Sistem Informasi Geografis (SIG) atau yang lebih dikenal dengan *Geographic Information System (GIS)* diartikan sebagai suatu sistem pengolahan data berbasis komputer yang mempunyai kemampuan untuk mengelola, menyimpan, memproses, menganalisis dan menayangkan (*display*) data spasial, non spasial dan tekstual data yang terkait dengan permukaan bumi (*georeferenced data*).

Dari uraian tersebut dapat dikatakan bahwa pada dasarnya Sistem Informasi Geografis (SIG) terdiri atas perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang dapat dimanfaatkan untuk :

- Menyimpan dan mengelola data geografis dengan efisien.
- Mengelola dan menyajikan data geografis.
- Dapat melakukan penelusuran database geografis untuk keperluan analisis ataupun tampilan secara efektif. (*Aronof, 1989*).

Dengan demikian, Sistem Informasi Geografis (SIG) tidak hanya berfungsi untuk memindahkan/mentransformasikan peta konvensional (*analog*) ke bentuk digital (*digital map*), tetapi juga dapat mengolah dan menganalisis data yang mengacu pada lokasi geografis menjadi sebuah informasi berharga.

Oleh karena itu, Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan dalam menganalisis data spasial secara tepadu (*multiple data*), baik untuk perencanaan maupun untuk mengambil keputusan.

Dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) kita akan dimudahkan dalam melihat fenomena kebumihan dengan perspektif yang lebih baik. Sistem Informasi Geografis (SIG) mampu mengakomodasi penyimpanan, pemrosesan, dan penayangan data spasial digital bahkan integrasi data yang beragam, mulai dari citra satelit / foto udara, data georadar / DEM (*Digital Elevation Model*) misalnya : data SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) bahkan data statistik. Dengan tersedianya komputer dengan kecepatan dan kapasitas ruang penyimpanan besar seperti saat ini, Sistem Informasi Geografis (SIG) akan mampu memproses data dengan cepat, akurat serta menampilkannya. Sistem Informasi Geografis (SIG) juga mengakomodasi dinamika data, pemutakhiran data yang akan menjadi lebih mudah.

Dari penjelasan diatas dapat dikatakan, bahwa Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki dua jenis *database*. Jenis *database* pertama berfungsi untuk mengelola elemen-elemen gambar dari suatu peta, disebut sebagai *database* grafis (*spatial database*). Jenis *database* kedua berfungsi untuk mengelola informasi atau deskripsi dari setiap elemen yang ada pada *database* grafis, disebut sebagai *database* teks (*non spatial database*). Pada Sistem Informasi Geografis (SIG), *database* teks ini juga dikenal sebagai *file attribut*.

2.1.2 Sejarah Perkembangan Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sejak beberapa abad yang lalu, para peneliti dan praktisi yang mempelajari ilmu kebumihuman dan geografi menggunakan peta sebagai sarana untuk menggambarkan informasi spasial (keruangan) permukaan bumi. Pada saat ini berbagai macam peta telah dibuat oleh berbagai disiplin ilmu. Pada dasarnya peta-peta tersebut secara umum dikelompokkan atas dua jenis peta, yaitu : peta dasar dan peta tematik, seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, secara geometri hubungan spasial unsur – unsur permukaan bumi diukur dan disajikan dalam sistem koordinat bumi yang telah baku (*geo referenced*), baik menggunakan sistem koordinat lintang/bujur (*latitude/longitude*) yaitu sistem koordinat yang menunjukkan suatu titik di Bumi berdasarkan garis lintang dan garis bujur atau sistem koordinat *UTM (Universal Transverse Mercator)*. Kemajuan teknologi informasi yang cepat terutama dalam bidang pemetaan, telah memberikan kemudahan – kemudahan pada berbagai bidang, baik kebutuhan penelitian maupun untuk menunjang kegiatan/pekerjaan sehari – hari. Pada saat ini, telah banyak dikembangkan sarana pengolahan data yang dirancang secara khusus untuk aplikasi pemetaan. Kemajuan pengembangan teknologi ini sangat dipengaruhi oleh kemajuan teknologi informatika atau teknologi komputer,

Teknologi komputer yang mampu menangani database grafik (spasial) dan non-grafik (tekstual), merupakan alternatif yang dipilih dalam pengembangan aplikasi pemetaan. Dalam beberapa tahun terakhir teknologi Sistem Informasi

Geografis (SIG) semakin populer dan diminati serta banyak diterapkan di berbagai bidang. Sistem Informasi Geografis (SIG) ini dikembangkan untuk mengelola, mengolah dan menyajikan data spasial. Keunikan Sistem Informasi Geografis (SIG) dibandingkan dengan sistem komputer lainnya adalah kemampuannya dalam menghubungkan (*link*) data grafis (spasial) dan data atribut / tekstual dari suatu objek yang dipetakan, yang membuat sistem menjadi sangat berguna dalam pengelolaan sumber daya alam, dan mampu dalam melakukan berbagai analisis atau pemodelan spasial untuk perencanaan tata ruang maupun dalam hal ini kegiatan eksplorasi dan pertambangan.

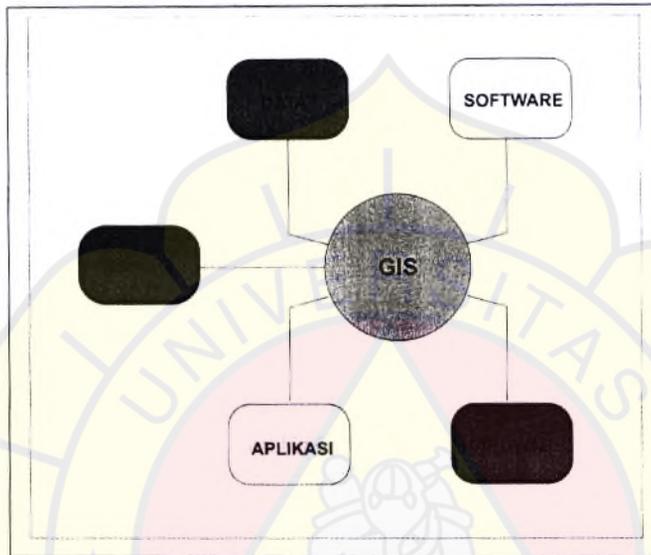
2.1.3 Komponen Sistem Informasi Geografis (SIG)

Ada beragam definisi dari para ahli mengenai Sistem Informasi Geografis (SIG) tersebut, intinya Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sebuah sistem untuk pengelolaan, penyimpanan, pemrosesan, analisis dan penayangan (*display*) data yang terkait dengan permukaan bumi. Sistem tersebut untuk dapat beroperasi membutuhkan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) juga manusia yang mengoperasikannya (*brainware*). Secara rinci Sistem Informasi Geografis (SIG) tersebut dapat beroperasi membutuhkan komponen-komponen sebagai berikut :

- Orang : yang menjalankan sistem.
- Aplikasi : prosedur-prosedur yang digunakan untuk mengolah data.
- Data : informasi yang dibutuhkan dan diolah dalam aplikasi.

- Software : perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG).
- Hardware : perangkat keras yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem.

Terlihat pada gambar berikut : (Oleh : *John E. Harmon, Steven J. Anderson. 2003*).



Gambar 2.1 Komponen Sistem Informasi Geografis (SIG).

a. Orang / user.

Yang menjalankan sistem meliputi mengoperasikan, mengembangkan bahkan memperoleh manfaat dari sistem. Kategori orang yang menjadi bagian dari Sistem Informasi Geografis (SIG) ini ada beragam, misalnya *operator, analyst, programmer, database administrator* bahkan *stakeholder*.

b. Aplikasi.

Merupakan kumpulan dari prosedur-prosedur yang digunakan untuk mengolah data menjadi informasi. Misalnya:, klasifikasi, rotasi, koreksi geometri, *query, overlay, buffer, join table* dan sebagainya.

c. Data.

Yang digunakan dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat berupa data grafis dan data atribut. Data grafis/spasial ini merupakan data representasi fenomena permukaan bumi yang memiliki referensi (koordinat) lazim berupa peta, foto udara/citra satelit, data *DEM (Digital Elevation Model)* dan sebagainya. Sedangkan data atribut misalnya : data geologi, tata guna lahan, batas administrasi, catatan survei, data statistik lainnya. Kumpulan data-data dalam jumlah besar dapat disusun menjadi sebuah basisdata. Jadi dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) juga dikenal adanya basisdata yang lazim disebut sebagai basisdata spasial (*spatial database*).

d. Perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG).

Adalah program komputer yang dibuat khusus dan memiliki kemampuan pengelolaan, penyimpanan, pemrosesan, analisis dan penayangan data spasial. Ada pun perangkat lunak ini cukup beragam, misalnya ArcGIS, Map Info, Auto CAD, Global Mapper, Quantum GIS, GRASS, TNT Mips (MacOS, Windows, Unix, Linux tersedia) dan masih banyak lagi.

e. Perangkat keras.

Berupa seperangkat komputer yang dapat mendukung pengoperasian perangkat lunak yang dipergunakan. Dalam perangkat keras ini juga termasuk didalamnya *scanner, digitizer, GPS, printer* dan *plotter*.

2.1.4 Manfaat Sistem Informasi Geografis (SIG).

Seperti halnya dengan aplikasi komputer pada umumnya, perekaman data spasial dalam bentuk digital yang mempunyai referensi geografis yang baku dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) memberikan manfaat lain atau berbagai kemudahan kepada pengguna. Kemudahan-kemudahan tersebut antara lain yaitu :

1. Variasi.

Penyimpanan data secara digital memungkinkan untuk menyajikan peta dalam berbagai bentuk (warna, jenis garis dan huruf) dan ukuran (skala). Disamping itu reproduksi peta untuk tema dan skala yang berbeda dapat dilakukan dalam waktu yang relatif singkat.

2. Efisiensi.

Data spasial yang telah direkam ke dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat digunakan oleh para pengguna dari berbagai disiplin yang berbeda dan untuk keperluan yang berbeda sehingga biaya dan waktu yang dibutuhkan untuk membangun database spasial dapat ditekan lebih efisien.

3. Peremajaan Peta (*updating*).

Dibanding cara manual, waktu yang diperlukan untuk meremajakan atau memperbarui peta dapat dipersingkat. Berkat data digital peremajaan peta tidak perlu dilakukan secara menyeluruh, hanya pada bagian-bagian yang mengalami perubahan saja yang diremajakan atau dimodifikasi. Hal ini

memungkinkan untuk mempertahankan isi peta dalam keadaan *up to date* secara cepat dan akurat.

2.1.5 Jenis Database Sistem Informasi Geografis (SIG).

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, bahwa suatu Sistem Informasi Geografis (SIG) memiliki dua jenis *database*, yaitu *database* grafis dan *database* teks. *Database* grafis pada dasarnya berupa lokasi, bentuk dan dimensi spasial dari elemen peta objek yang terdapat pada peta yang pada umumnya terdiri atas tiga macam elemen, yaitu :

- **Titik** : Sebuah dimensi objek yang spesifik yang menunjukkan lokasi geografi melalui sekumpulan sistem koordinat. Dengan istilah lainnya adalah *Point*.
Contoh : Lokasi kota, lokasi pemboran, lokasi gunung api, dll.
- **Garis** : Sebuah dimensi objek yang menghubungkan 2 (dua) titik **Garis**. Sebuah dimensi objek yang menghubungkan beberapa titik membentuk *Polyline*.
Contoh : Jalan, sungai, kontur, struktur, dll.
- **Poligon** : Sebuah objek 2 (dua) dimensi yang merupakan sebuah lokasi pada permukaan bumi. Istilah lainnya adalah Area.
Contoh : Batas geologi, batas ijin usaha pertambangan IUP, batas tata guna lahan, batas administrasi dll.



Pada prinsipnya data spasial memiliki empat kelompok informasi yang menggambarkan kenampakan geografis atau objek (*Garner, 1991*), yaitu :

1. Posisi geografis ; menyatakan posisi suatu objek di muka bumi yang dinyatakan dalam sistem koordinat lintang / bujur (geografis) atau sistem *UTM (Universal Transverse Marcator)*.
2. Atribut ; menjelaskan informasi apa yang terdapat pada objek tersebut, seperti geologi, topografi, batas administrasi, nama kota, penggunaan lahan dan lain-lain.
3. Hubungan spasial ; menyatakan hubungan antara suatu objek dengan objek lainnya. Misalnya yaitu jarak antara lokasi penambangan dengan lokasi-lokasi pemasaran.
4. Waktu ; merupakan kelompok informasi yang perlu mendapat perhatian terutama dalam pengelolaan data yang sangat dipengaruhi oleh waktu sbagai contoh dalam pengelolaan data kegiatan penambangan mulut tambang akan berubah dari waktu ke waktu, atau dari pemantauan lingkungan.

2.2 Data Spasial

Sebagian besar data yang akan ditangani dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis, memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya dan mempunyai dua bagian penting yang membuatnya berbeda dari data lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (atribut) yang dijelaskan berikut ini :

1. Informasi lokasi (spasial), berkaitan dengan suatu koordinat baik koordinat geografi (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk diantaranya informasi datum dan proyeksi.
2. Informasi deskriptif (atribut) atau informasi non spasial, suatu lokasi yang memiliki beberapa keterangan yang berkaitan, contohnya : tata guna lahan, geologi, batas administratif, nama kota, dan sebagainya.

2.2.1 Sumber Data Spasial

Salah satu syarat Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah data spasial, yang dapat diperoleh dari beberapa sumber antara lain :

a. Peta Analog

Peta analog (antara lain peta topografi,) yaitu peta dalam bentuk cetak. Pada umumnya peta analog dibuat dengan teknik kartografi, kemungkinan besar memiliki referensi spasial seperti koordinat, skala, arah mata angin dan sebagainya. Dalam tahapan Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai keperluan sumber data, peta analog dikonversi menjadi peta digital dengan

cara format *raster* diubah menjadi format *vector* melalui proses digitasi yaitu sebuah kegiatan untuk merubah bentukan/feature geografi yang berasal dari peta analog ke bentuk digital dalam format Sistem Informasi Geografis (SIG). Proses perubahan ini biasanya menggunakan perangkat meja digitasi (*digitizer*) atau dapat juga dengan pemindai (*scanner*), untuk kemudian dilakukan proses digitasi.

b. Data Sistem Penginderaan Jauh

Data Penginderaan Jauh (antara lain citra satelit/foto udara, SRTM dan sebagainya), merupakan sumber data yang terpenting bagi Sistem Informasi Geografis (SIG) karena ketersediaanya secara berkala dan mencakup area tertentu. Dengan adanya bermacam-macam satelit di ruang angkasa dengan spesifikasinya masing-masing, kita bisa memperoleh berbagai jenis citra satelit untuk beragam tujuan pemakaian. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format raster.

c. Data Hasil Pengukuran Lapangan

Data pengukuran lapangan yang dihasilkan berdasarkan teknik perhitungan tersendiri, pada umumnya data ini merupakan sumber data atribut contohnya: batas geologi, batas administrasi, batas tata guna lahan, data kegiatan eksplorasi lapangan dan lain-lain.

d. Data GPS (*Global Positioning System*)

Teknologi GPS memberikan terobosan penting dalam menyediakan data bagi Sistem Informasi Geografis (SIG). Keakuratan pengukuran GPS semakin tinggi dengan berkembangnya teknologi. Data ini biasanya direpresentasikan dalam format vektor.

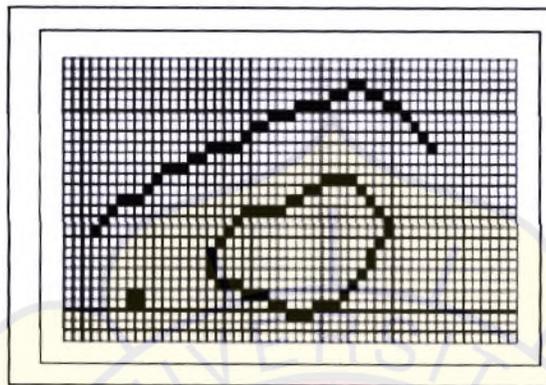
2.2.2 Model Data Spasial.

Secara sederhana format dalam bahasa komputer berarti bentuk dan kode penyimpanan data yang berbeda antara *file* satu dengan lainnya. Dalam Sistem Informasi Geografis (SIG), data spasial dapat direpresentasikan dalam dua model, yaitu model data raster dan model data vektor :

a. Model Data Raster.

Data raster (atau disebut juga dengan sel *grid*) adalah data yang dihasilkan dari sistem penginderaan jauh, yaitu hasil pemotretan bentuk permukaan dengan satelit. Pada data raster, obyek geografis direpresentasikan sebagai struktur sel *grid* yang disebut dengan *pixel* (*picture element*). Sebagai contoh adalah data *SRTM* (*Shuttle Radar Topography Mission*) yaitu data *Digital Elevation Model* (*DEM*) yang berisi data ketinggian tempat atau elevasi dari permukaan bumi yang diambil melalui perekaman sistem radar. *SRTM* merupakan sebuah proyek yang dimotori oleh *National Geospatial-Intelligence Agency* (*NGA*) dan *NASA* yang bertujuan untuk membuat basis data digital topografi muka bumi dengan resolusi tinggi, dalam hal ini

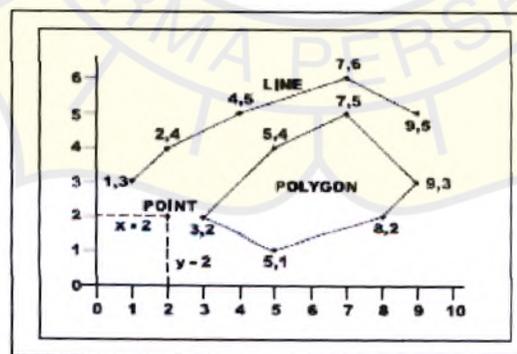
menggunakan resolusi spasial 90 meter. Data SRTM dapat di *download* melalui internet di <http://srtm.csi.cgiar.org>



Gambar 2.2 Model Data Raster
(Sumber : <http://www.cifor.org>)

b. Model Data Vektor

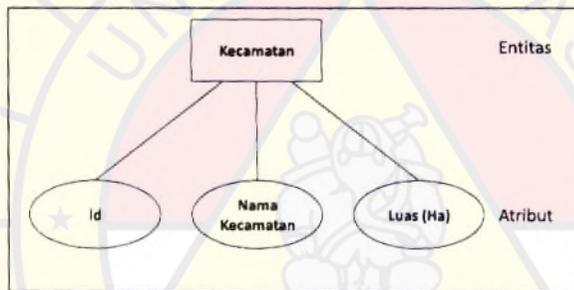
Data vektor merupakan bentuk bumi yang direpresentasikan ke dalam kumpulan garis, area (daerah yang dibatasi oleh garis yang berawal dan berakhir pada titik yang sama), titik dan nodes, merupakan titik perpotongan antara dua buah garis.



Gambar 2.3 Model Data Vektor
(Sumber : <http://www.cifor.org>)

2.3 Data Atribut

Data atribut merupakan deskripsi dari suatu keruangan (spasial). Data ini digunakan oleh sistem-sistem manajemen basis data untuk melengkapi objek-objek yang terpetakan. Data ini pada umumnya dipresentasikan secara tekstual dalam bentuk tabel-tabel. Atribut adalah properti yang biasa digunakan sebagai pembeda antar objek dalam suatu kelas tertentu. Misalnya data Kecamatan atributnya adalah ID, Nama Kecamatan, Luas dan lain-lain. Dalam sistem basis data, atribut merupakan subbagian sebuah entitas atau atribut mewakili suatu entitas.



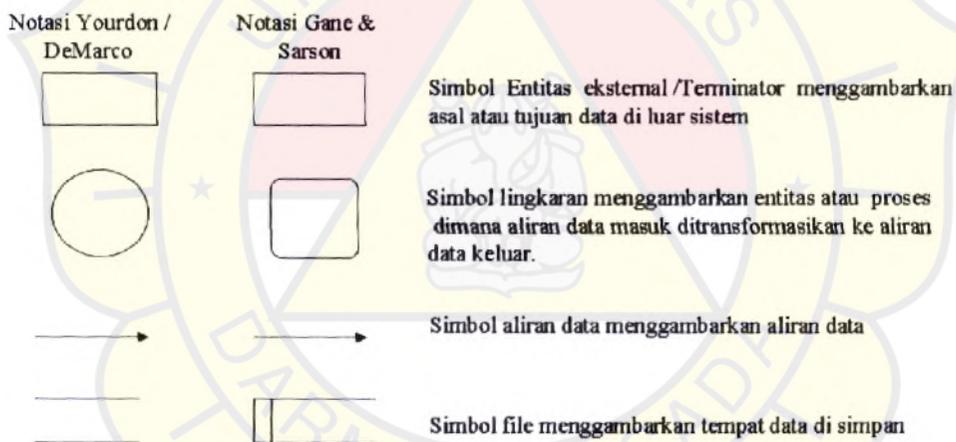
Gambar 2.4 Bentuk Atribut dalam Diagram

Tabel 2.1 File atribut Kecamatan

ID	Kecamatan	Luas (Ha)
1	Kec. Silih Nara	120,900
2	Kec. Timang Gajah	50,870

a. Diagram Alur

Data Flow Diagram (DFD) adalah representasi grafik dari sebuah sistem. *DFD* menggambarkan komponen-komponen sebuah sistem, aliran-aliran data di mana komponen-komponen tersebut, dan asal, tujuan, dan penyimpanan dari data tersebut. Kita dapat menggunakan *DFD* untuk dua hal utama, yaitu untuk membuat dokumentasi dari sistem informasi yang ada, atau untuk menyusun dokumentasi untuk sistem informasi yang baru. Empat simbol yang digunakan



(Sumber : <http://mti.ugm.ac.id>)

2.4 Sistem Koordinat.

a. Sistem Koordinat Geografis.

Merupakan sebuah referensi sistem yang menggunakan garis lintang dan garis bujur untuk menentukan lokasi suatu titik di permukaan bumi.

- Garis lintang yaitu garis vertikal yang mengukur sudut antara suatu titik dengan garis katulistiwa. Titik di utara garis katulistiwa dinamakan Lintang Utara sedangkan titik di selatan katulistiwa dinamakan Lintang Selatan.
- Garis bujur yaitu garis horizontal yang mengukur sudut antara suatu titik dengan titik nol di Bumi yaitu Greenwich di London Britania Raya yang merupakan titik bujur 0° atau 360° yang diterima secara internasional. Titik di barat bujur 0° dinamakan Bujur Barat sedangkan titik di timur 0° dinamakan Bujur Timur.

b. Sistem Koordinat UTM.

- Sistem Proyeksi Koordinat UTM (*Universal Transverse Mercator*) adalah rangkaian proyeksi *Transverse Mercator* untuk global dimana bumi dibagi menjadi 60 bagian zona. Setiap zona mencakup 6 derajat bujur (longitude) dan memiliki meridian tengah tersendiri. Berbeda dengan koordinat geografis yang satuan unitnya adalah derajat, koordinat UTM menggunakan satuan unit meter. Setiap zona memiliki panjang x sebesar 500.000 meter dan panjang y sebesar 10.000.000 meter.

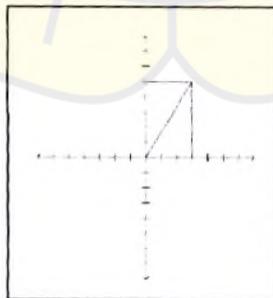
2.4.1 Jenis-jenis Sistem Koordinat.

Sistem Koordinat merupakan sebuah acuan yang digunakan untuk menentukan posisi suatu titik. Posisi suatu titik biasanya dinyatakan dengan koordinat (dua-dimensi atau tiga dimensi) yang mengacu pada suatu sistem koordinat tertentu. dengan mengukur besar vektor terhadap satu posisi acuan yang telah didefinisikan, baik di dalam ruang dua atau tiga dimensi. Posisi acuan dapat ditetapkan dengan asumsi atau ditetapkan dengan suatu kesepakatan matematis yang diakui secara universal dan baku. Jika penetapan titik acuan tersebut secara asumsi, maka sistem koordinat tersebut bersifat lokal, atau disebut koordinat lokal, dan jika ditetapkan sebagai kesepakatan berdasar matematis maka koordinat itu disebut koordinat yang mempunyai sistem kesepakatan dasar matematisnya.

2.4.1.1. Sistem Koordinat 2-Dimensi

a. Koordinat Kartesian

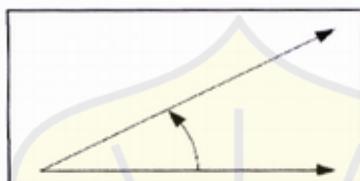
Sistem koordinat kartesian dua dimensi merupakan sistem koordinat yang terdiri dari dua salib sumbu yang saling tegak lurus, biasanya sumbu X dan Y, seperti digambarkan pada gambar di bawah ini



Gambar 2.5 Sistem Koordinat Kartesian 2-Dimensi
(Sumber : www.scribd.com)

b. Koordinat Polar

Dalam koordinat polar, koordinat suatu titik didefinisikan fungsi dari arah dan jarak dari titik ikatnya. Selanjutnya dapat dijelaskan pada gambar berikut ini.

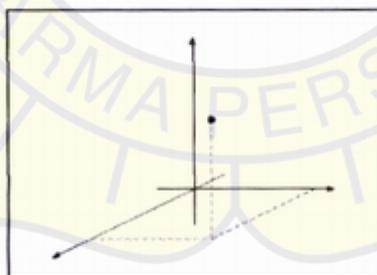


Gambar 2.6 Sistem Koordinat Polar
(Sumber : www.scribd.com)

2.4.1.2 Sistem Koordinat 3-Dimensi.

a. Koordinat Kartesian.

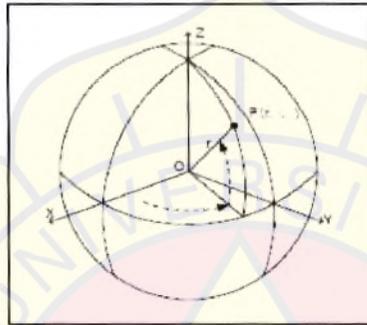
Sistem Koordinat Kartesian 3 Dimensi, pada prinsipnya sama dengan sistem koordinat kartesian 2 Dimensi, hanya menambahkan satu sumbu lagi yaitu sumbu Z, yang ketiganya saling tegak lurus, seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.7 Sistem Koordinat Kartesian 3-Dimensi
(Sumber : www.scribd.com)

b. Sistem Koordinat Bola.

Posisi suatu titik dalam ruang, selain didefinisikan dengan sistem kartesian 3 Dimensi, dapat juga didefinisikan dalam sistem koordinat bola (prinsip dasarnya sama dengan koordinat polar, yaitu sudut dan jarak).

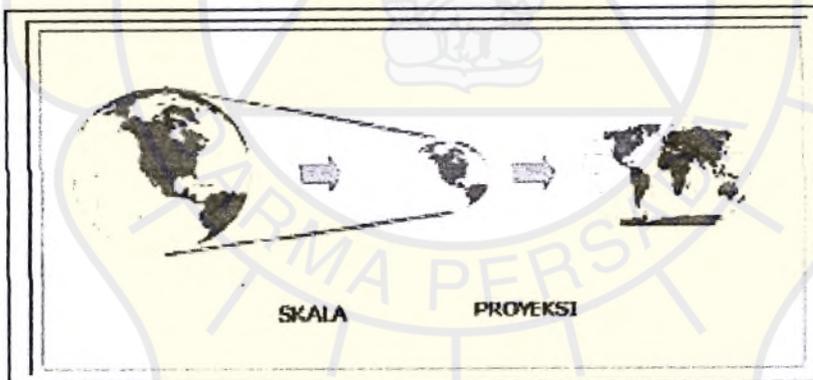


Gambar 2.8 Sistem Koordinat Bola
(Sumber : www.scribd.com)

2.5 Proyeksi Peta.

Proyeksi peta adalah prosedur matematis yang memungkinkan hasil pengukuran yang dilakukan di permukaan bumi fisis bisa digambarkan diatas bidang datar (peta). Karena permukaan bumi fisis tidak teratur maka akan sulit untuk melakukan perhitungan-perhitungan langsung dari pengukuran. Untuk itu diperlukan pendekatan secara matematis (model) dari bumi fisis tersebut. Model matematis bumi yang digunakan adalah *ellipsoid* putaran dengan besaran-besaran tertentu. Secara matematis proyeksi peta dilakukan dari permukaan *ellipsoid* putaran ke permukaan bidang datar. Karena bumi berbentuk bulat dan permukaan peta atau monitor

berbentuk datar, maka akan terjadi penyimpangan (distorsi) saat menampilkan data geografis pada media 2 dimensi. Untuk itu digunakan proyeksi untuk merepresentasikan bentuk bulat itu ke dalam 2 dimensi. Dalam melakukan representasi bentuk 3D ke 2D ini, beberapa atribut asli (misalnya luas, arah, jarak dan skala) akan mengalami penyimpangan/distorsi. Proyeksi yang berbeda akan menghasilkan akurasi atribut yang berbeda pula, tergantung pada lokasi dan proyeksi yang digunakan. Dengan Mapserver, jika memiliki set data yang berproyeksi sama (atau tidak berproyeksi dengan sistem lintang dan bujur), maka tidak perlu menyertakan info proyeksi ke dalam *mapfile*. Penentuan proyeksi juga bisa dilakukan sambil jalan (*on the fly projection*) dengan adanya dukungan *library* Proj 4 pada kompilasi Mapserver.



Gambar 2.9 Proyeksi peta dari permukaan bumi ke bidang datar
(Sumber : www.scribd.com)

Proyeksi peta diperlukan dalam pemetaan permukaan bumi yang mencakup daerah yang cukup luas (lebih besar dari 30 km x 30 km) dimana permukaan bumi tidak dapat diasumsikan sebagai bidang datar. Dengan sistem proyeksi peta, distorsi

yang terjadi pada pemetaan dapat direduksi sehingga peta yang dihasilkan dapat memenuhi minimal satu syarat geometrik peta ideal.

2.6 Web GIS.

WebGIS bisa dikatakan sebuah *webmapping* yang berarti pemetaan internet, dan tidak berarti hanya menampilkan peta (yang berupa gambar yang statis) ke dalam sebuah situs internet. Jika hanya menampilkan peta statis pada sebuah situs maka tidak ada perbedaan antara *webmapping* dengan peta yang ada pada media tradisional lainnya. Mengacu pada pemahaman tersebut, nampaklah bahwa *WebGIS* didasari oleh pemetaan berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) yang lebih interaktif walaupun masih banyak keterbatasan jika dibanding dengan aplikasi SIG berbasis Desktop memanfaatkan media internet dalam melakukan pemetaan.

2.7 Mapserver.

Mapserver merupakan aplikasi *freeware* dan *open source* yang memungkinkan kita menampilkan data spasial (peta) di *web*. Aplikasi ini pertama kali dikembangkan di Universitas Minnesota, Amerika Serikat untuk proyek *FornNet* (sebuah proyek untuk manajemen sumber daya alam) yang disponsori NASA (*Nasional Aeronautics and Space Administration*). Dukungan NASA dilanjutkan dengan dikembangkan proyek *TerraSIP* untuk manajemen data lahan. Saat ini karena

sifatnya terbuka (*open source*), pengembangan Mapserver dilakukan oleh pengembang dari berbagai negara.

Pengembangan Mapserver menggunakan berbagai aplikasi *open source* atau *freeware* seperti *shapelib* untuk baca/tulis format data *Shapefile*, *FreeType* untuk *render* karakter, GDAL/OGR untuk baca/tulis berbagai format data vektor maupun *raster*, dan Proj.4 untuk menangani berbagai proyeksi peta. Mapserver berupa sebuah program CGI (*Common Gateway Interface*). Program tersebut akan dieksekusi di *webserver* dan berdasarkan beberapa parameter tertentu (terutama konfigurasi dalam bentuk *file *.map*) dikirim ke *web browser*, baik dalam bentuk gambar peta atau bentuk lain. Dalam kerangka mendukung pemetaan *online*, maka kehadiran Mapserver tidak dapat dikesampingkan. Mapserver dapat dioperasikan di semua *platform* sistem operasi (*windows, linux dan mac os x*).

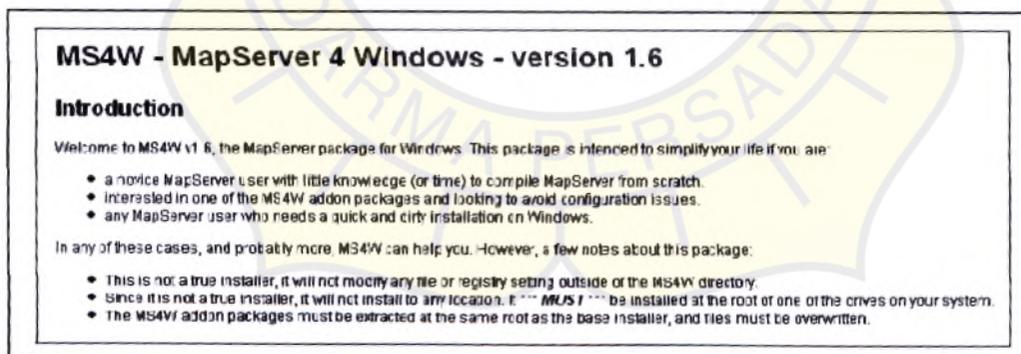
2.7.1 Instalasi Mapserver

Paket instalasi Mapserver dikenal dengan nama *MapServer For Windows* (MS4W). Yaitu suatu paket perangkat lunak yang sangat memudahkan para pengguna (*user*) di dalam meng-*install* (atau melakukan *set-up*). Tujuan utama pembuatan paket ini adalah untuk memudahkan semua (tingkatan) pengguna (*user*), terhindar dari hal yang detil dan rumit pada saat melakukan instalasi.

MS4W (*MapServer For Windows*) adalah *bundle* instalasi Mapserver untuk *platform Windows*. Dimana Mapserver (<http://mapserver.gis.umn.edu>) merupakan aplikasi *freeware* dan *open source* untuk dapat menampilkan Sistem Informasi

Geografis (SIG) di *web*. MS4W dilengkapi dengan berbagai modul tambahan (*optional*) yang mempermudah kita membangun dan mengadministrasi sistem *WebGIS*, antara lain : MapLab, KaMap, Chameleon, dan lain-lain. MS4W dapat di download di www.maptools.org di dalamnya sudah menyatu aplikasi Apache *Web Server*, PHP, Mapserver dan berbagai *library* yang dibutuhkan untuk membangun sistem *WebGIS*.

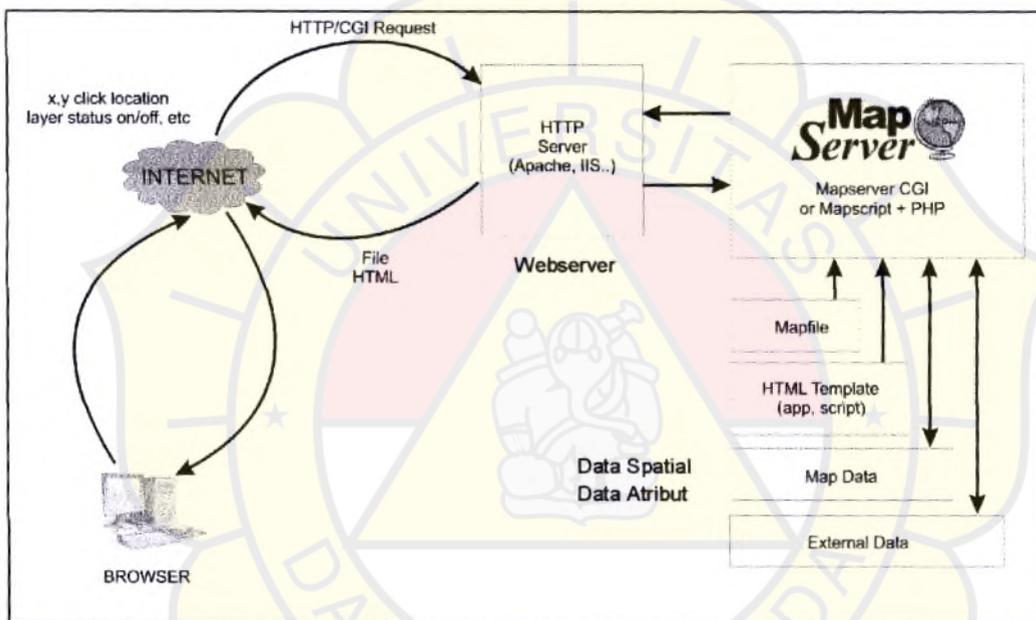
Setelah men-*download file* ms4w_1.6.zip, selanjutnya ekstrak isinya kedalam *root* dari partisi *harddisk* (misal C:/ atau D:/), sehingga seluruh isi paket MS4W terletak di C:/ms4w atau D:/ms4w. Kemudian eksekusi *apache-install.bat* untuk menginstal *service Apache*. Apabila *service* sudah berjalan, maka akan terlihat proses *httpd.exe* pada jendela *Task Manager Windows*. Cek dengan membuka <http://localhost> pada *web browser*. Apabila muncul halaman depan MS4W, maka instalasi telah berhasil. Seperti yang terlihat pada tampilan gambar berikut ini :



Gambar 2.10 Halaman depan Mapserver pada *Web Browser*
(Sumber : Mapserver)

2.7.2 Arsitektur file Mapserver pada aplikasi Web GIS

Aplikasi yang dibangun dengan menggunakan Mapserver sebagai program CGI (*Common Gateway Interface*) adalah suatu protokol standar untuk menjembatani perangkat lunak aplikasi eksternal dengan suatu *server*, yang umumnya berupa *server web*, memiliki tipikal arsitektur sebagai berikut :



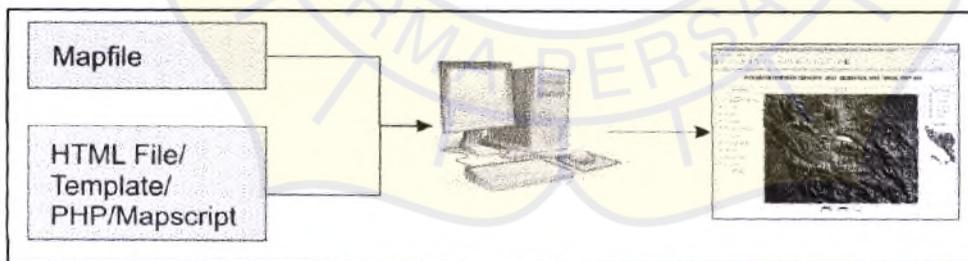
Gambar 2.11 Arsitektur Web GIS dengan Mapserver
(Sumber : Mapserver)

Pada sistem aplikasi ini, *browser (client)* mengirimkan *request* (melalui jaringan internet/intranet) ke *web server* dalam bentuk *request* terkait spasial (lokasi x,y) *click* kursor, status *on/off* layer akan dimunculkan, kemudian oleh *web server*, *request* terkait spasial ini dikirimkan ke *server* aplikasi (yang dibangun menggunakan pemrograman *script* yang telah tersedia) dan Mapserver (program *CGI*). Setelah itu

Mapserver akan membaca *mapfile*, data peta, dan data eksternal (jika ada dan memang diperlukan) untuk membentuk sebuah gambar yang sesuai dengan *request*. Setelah gambar ini di-*render*, file *image* yang bersangkutan akan dikirimkan ke *web server* dan ke *browser (client)*. Sesuai dengan format tampilan *template* nya. Arsitektur Mapserver diatas cenderung bercirikan *thin client*, fokus pada *server side* hingga prosedur-prosedur yang terkait pengelolaan data dan analisis diproses di *server*, sementara *browser*-nya hanya menerima hasil *request* dalam bentuk file HTML standar ditambah beberapa file *images* yang terkait.

2.7.3 Proses Penyajian Peta pada Mapserver

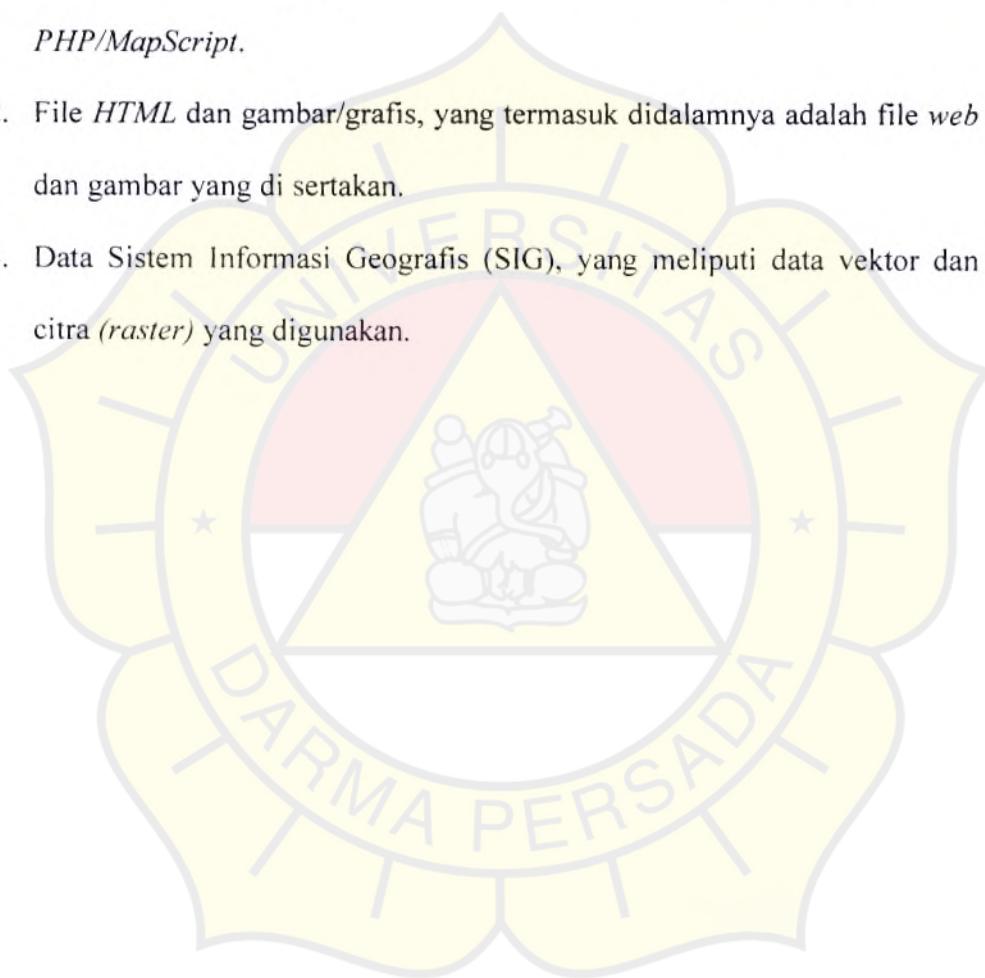
Dalam menjalankan Mapserver, dibutuhkan dua file yaitu *Mapfile* dan *HTML File*. Dimana *Mapfile* berisikan konfigurasi penyajian peta yang ditulis dalam bahasa dan *syntax* tersendiri. Berdasarkan hal tersebut, maka informasi inilah yang nantinya di tampilkan oleh Mapserver. Guna memahami lebih jauh tentang proses penyajian peta, maka dapat dilihat dalam Gambar 3.2 dibawah ini



Gambar 2.12 Proses Umum Penyajian Peta Menggunakan Mapserver
(Sumber : Mapserver)

Arsitektur penyimpanan *file* Mapserver dan data Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam membuat aplikasi *Web GIS*. Adapun arsitektur tersebut, terbagi dalam tiga kategori yaitu :

1. File MapServer, yang termasuk di dalamnya adalah *Mapfile* dan *PHP/MapScript*.
2. File *HTML* dan gambar/grafis, yang termasuk didalamnya adalah file *web* dan gambar yang di sertakan.
3. Data Sistem Informasi Geografis (SIG), yang meliputi data vektor dan citra (*raster*) yang digunakan.



2.8 Mapfile.

Mapserver memerlukan sebuah *mapfile* yang berekstensi *.map yaitu *file* yang berfungsi menyimpan konfigurasi peta. Di dalam *mapfile* didefinisikan objek-objek yang akan digunakan, yaitu *Map*, objek *layer*, objek *class*, objek *label* dan objek *style*. Dalam *file* ini didefinisikan atau dikonfigurasi bagaimana data akan ditampilkan, layer mana saja yang akan ditampilkan, layer ditampilkan dalam warna apa, dan sebagainya pada halaman *web*. *File* *.map atau disebut sebagai mapfile, selalu diawali dengan kata kunci MAP dan diakhiri dengan END. *Mapfile* sendiri memiliki beberapa bagian yaitu :

```
# Baris untuk komentar mapfile
MAP # awal mapfile
  LAYER # definisi layer/thema peta yang akan ditampilkan
    CLASS # definisi legenda/kelas tematik peta
      STYLE # definisi simbol peta yang dipakai
      END # akhir definisi obyek STYLE
    LABEL # definisi teks/anotasi peta
    END # akhir definisi obyek LABEL
  END # akhir definisi obyek CLASS
END # akhir definisi LAYER
END # akhir definisi obyek MAP
```

Berikut tahap pembuatan *mapfile* yang dilakukan untuk menampilkan peta pada halaman web.

a. Inisialisasi

Bagian ini diawali dengan *key word* MAP dan diakhiri dengan END, objek ini mendefinisikan objek master (objek yang menyimpan semua objek lain yang ada didalamnya). Bagian ini terdiri dari beberapa *key word* yaitu :

NAME : menunjukkan nama peta yang akan ditampilkan

STATUS : menunjukkan status dari map file ini on atau off (karena pada mapserver penggunaan map file bisa lebih dari satu untuk satu aplikasi, misal untuk tampilan print kita menggunakan map file sendiri atau untuk tampilan detail dari suatu wilayah kita menggunakan map file sendiri)

SIZE : menunjukkan ukuran peta yang akan digunakan

SYMBOLSET : menunjukkan lokasi file symbol set (*.sym) yang digunakan ★

EXTENT : menunjukkan posisi awal peta yang akan kita tampilkan, jika kita ingin peta tampil secara default maka kita bisa command key word ini dengan menggunakan tanda #

UNITS : satuan unit yang digunakan (meter, inci, kaki, dll)

SHAPEPATH : menunjukkan letak folder dimana shapefiles yang akan digunakan oleh aplikasi

IMAGECOLOR : menunjukkan warna dasar image peta yang kita tampilkan dalam format RGB

FONTSET : menunjukkan lokasi file font set (*.li`st) yang akan digunakan

TRANSPARENT --> menunjukkan transparansi dari image peta yang nanti dihasilkan oleh engine mapserver

b. Simbol

Bagian ini selalu didahului dengan kata kunci SYMBOL dan diakhiri dengan END. kata kunci pada bagian ini adalah sebagai berikut :

NAME : nama dari simbol yang kita buat.

TYPE : tipe simbol (ellipse, rectangle, vector(digunakan untuk segi banyak).

FILLED : apakah simbol kita solid atau tidak jika solid gunakan key word TRUE.

POINTS : definisi titik(-titik) yang digunakan oleh simbol yang kita buat.

c. Peta Referensi

Bagian ini digunakan untuk meng-inisiasi peta referensi yang digunakan. Selalu diawali dengan REFERENCE dan diakhiri dengan END. Berikut adalah *Keyword* yang ada pada bagian ini :

IMAGE : menunjukkan letak image yang akan digunakan untuk peta referensi.

EXTENT : menunjukkan posisi awal dari peta referensi yang kita gunakan, jika ingin menggunakan default maka kita cukup meng-command key word ini dengan #.

STATUS : status peta referensi apakah digunakan atau tidak.

COLOR : warna image peta referensi, jika ingin menggunakan transparan maka set RGB dengan -1.

OUTLINECOLOR : warna outline peta referensi dalam format RGB.

SIZE : ukuran dari peta referensi.566

d. Layer Utama Peta

Bagian ini digunakan untuk mendefinisikan layer-layer mana saja yang digunakan pada peta yang akan kita tampilkan. Bagian ini selalu diawali dengan LAYER dan diakhiri dengan END. *Keyword* yang ada pada bagian ini adalah :

GROUP : Menyatakan nama jenis group dari layer

NAME : nama layer

METADATA

DESCRIPTION

RESULT FIELDS

GROUP

LAYER

TYPE : tipe layer (harus disesuaikan dengan tipe data shapefile yang digunakan. jika tipe data shapefile adalah polyline maka set **POLYLINE**, jika poligon maka set **POLYGON**, jika point maka set **POINT**)

STATUS : status dari layer apakah ditampilkan atau tidak (default/on untuk tampil dan off untuk tidak tampil)

DATA : nama shapefile yang digunakan (*.shp)

CLASS : setting khusus untuk sebuah objek selalu diawali dengan **CLASS** dan diakhiri dengan **END**

Key word yang ada didalamnya adalah :

NAME : nama yang akan dimunculkan pada legenda peta

COLOR : warna layer dalam format RGB

OUTLINECOLOR : warna outline dalam format RGB

LABEL : setting label yang akan digunakan dalam peta.

Adapun key word yang ada di dalamnya adalah :

FONT : teks

TYPE : tipe teks

SIZE : ukuran teks

POSITION : posisi teks (rata kanan, rata kiri, auto (ditengah))

ANGLE : derajat kemiringan dari teks yang akan ditampilkan

COLOR : warna teks

OUTLINECOLOR : warna teks outline

TEMPLATE : menunjukkan lokasi template yang digunakan jika fungsi info diterapkan pada layer ini.

TOLERANCE : toleransi atau radius yang bisa di-collect informasinya jika kita meng-klik suatu titik.

e. Query Map

Bagian ini menunjukkan bagaimana memetakan hasil yang di peroleh dari sebuah query. Selalu diawali dengan **QUERYMAP** dan diakhiri dengan **END**.

keyword yang ada pada bagian ini adalah sebagai berikut :

STYLE : menunjukkan style yang menunjukkan lokasi yang dimaksud (hilite, normal, selected).

COLOR : warna yang digunakan untuk menunjukkan lokasi yang dicari dalam format RGB

f. Scale Bar

Bagian ini digunakan untuk menunjukkan skala dari peta yang ditampilkan. Selalu diawali dengan SCALEBAR dan diakhiri dengan END. *Key word* yang ada pada bagian ini adalah :

IMAGECOLOR : menunjukkan warna dasar skala garis yang kita tampilkan dalam di peta.
LABEL : teks yang menunjukkan skala yang digunakan. *key word* yang ada adalah :

COLOR : warna teks.

SIZE : ukuran teks

FONT : font teks yang digunakan.

SIZE : ukuran scale bar.

COLOR : warna scale bar.

BACKGROUNDCOLOR : warna background dari scalebar yang akan ditampilkan.

OUTLINECOLOR : warna outline dari scalebar dalam RGB.

UNITS : ukuran unit yang digunakan (meter, kilometer, inci, dll)

INTERVALS : interval dari scale bar.

STATUS : status scalebar apakah digunakan atau tidak

g. Legenda Peta

Bagian ini menunjukkan legenda dari peta. Legenda ini sangat membantu pengguna untuk melihat peta yang ditampilkan. Diawali dengan LEGEND dan diakhiri dengan END. *Keyword* yang digunakan di dalamnya adalah :

IMAGECOLOR : warna legenda dalam RGB

POSITION : posisi legenda (kiri, kanan atau tengah)

KAYSIZE : menentukan ukuran kotak simbol pada legenda, dalam satuan pixel x,y

KEYSPACING : menentukan ukuran ruang kosong antar kotak symbol dan jarak dengan teks keterangan legenda.

POSTLABELCACHE : menentukan apakah mapserver akan merender legenda setelah semua label pada cache selesai digambar atau tidak.

STATUS : status apakah legenda ditampilkan atau tidak

TRANSPARENT : menentukan warna latar belakang legenda transparan atau tidak

OUTLINECOLOR : warna outline legenda dalam RGB

LABEL : pembuatan label pada legenda

TYPE : mendefinisikan jenis font bitmap atau truetype

FONT : jenis font yang digunakan pada legenda

COLOR : warna font yang digunakan pada legenda

SIZE : ukuran font yang digunakan pada legenda

ANTI_ALIAS : mendefinisikan font apakah dirender menggunakan mode antialiasing

h. Template

Mapserver membutuhkan suatu tempat penyimpanan *file* temporer sebelum dikirimkan ke *web browser*. Parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan tempat penyimpanan *file* temporer tersebut adalah sebagai berikut : diawali dengan *keyword* WEB dan diakhiri dengan *keyword* END. Adapun *keyword* yang ada didalamnya adalah :

TEMPLATE : menunjukkan lokasi *template html* yang digunakan
IMAGEPATH : menunjukkan lokasi *image peta* yang dihasilkan oleh *engine mapserver*
IMAGEURL : menunjukkan *url image (path relative)* peta yang dihasilkan oleh *engine mapserver*

2.9 HTML Tag

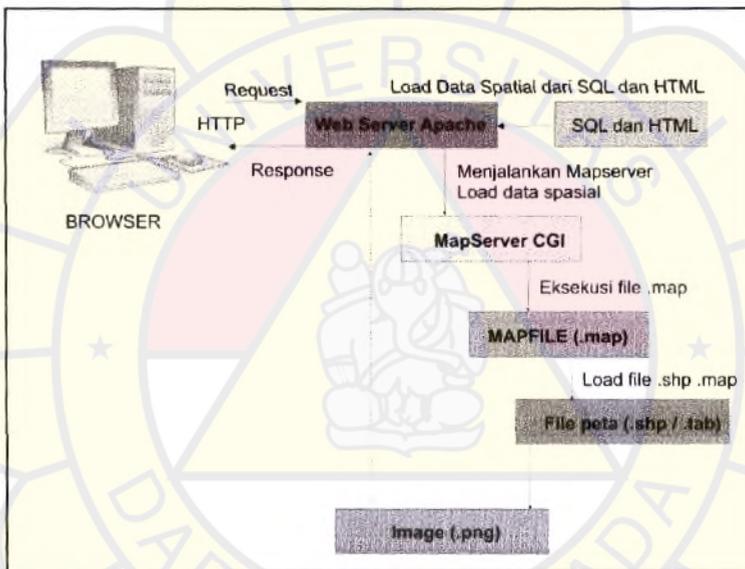
Penggunaan *HTML Tag* digunakan untuk mendesain dalam penambahan peta, *zoom*, *scalebar*, *legend*, *query tool*, *menu search* dan aplikasi lainnya. Pengembang aplikasi menggunakan Chameleon dapat melakukannya hanya dengan menambahkan kode program/*Tag* pada halaman *HTML*. Cara seperti ini disebut dengan *CWC2 Tag* sebuah konfigurasi untuk komponen *client WebGIS*. Penggunaan *Tag* ini memberikan metode yang sederhana dalam menambahkan sebuah halaman pada aplikasi *web*.

Di sisi lain, file *HTML* dipergunakan untuk melakukan format penyajian hasil (peta).

2.10 Alur Proses Penyediaan Informasi dalam WebGIS

Dalam pengembangan *WebGIS*, alur proses informasi memiliki peranan penting. Alur proses penyediaan informasi merupakan wahana dalam memahami bagaimana proses *request* informasi oleh pengunjung, kemudian dikelola oleh *server*, dan kemudian informasi tersebut disajikan dalam peta.

Berikut adalah gambar alur proses penyediaan informasi yang dilakukan pada Mapserver.



Gambar 2.13 Alur Proses Penyediaan Informasi *Web GIS* pada Mapserver (Sumber : Mapserver)

1. *User* melakukan *request* pada *Web Server Apache*.
2. *Web Server Apache* melakukan load data spasial dari SQL (postgreSQL) dan *html*.
3. Disamping itu, *Web Server Apache* menjalankan MapServer CGI dalam melakukan *load* data spasial.

3. Disamping itu, *Web Server Apache* menjalankan MapServer CGI dalam melakukan *load* data spasial.
4. MapServer CGI melakukan eksekusi *file .map*, dimana *Mapfile (.map)* melakukan *load file* peta dalam bentuk *.shp*.
5. *Load file* peta dalam bentuk *.shp* ini akan diberikan dalam bentuk image (*.png*).
6. Peta dalam bentuk image (*.png*) tersebut dikirimkan kembali pada *Web Server Apache*.
7. *Web Server Apache* merespon dan mengirimkan peta (*.png*) tersebut kepada *user*.

Mengacu pada pemahaman diatas, maka alur proses penyediaan informasi dianggap selesai. *User* akan memperoleh informasi berdasarkan kebutuhan pada *WebGIS*.

2.11 Chameleon

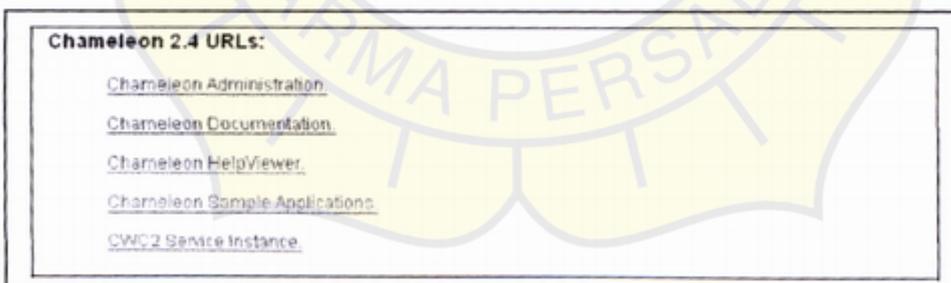
2.11.1 Pengenalan Chameleon

Chameleon merupakan salah satu *framework* atau *tools* yang dapat digunakan untuk membangun aplikasi pemetaan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang berbasis layanan *web (WebGIS)*. Dapat digunakan secara berdampingan dengan Mapserver berdasarkan spesifikasi yang ditentukan oleh *Open Geospatial Consortium (OGC)*. Chameleon sebagai sebuah produk dari *opensource* yang dibangun dengan bahasa pemrograman PHP.

Chameleon memberikan akses yang sederhana ke beberapa fitur yang hanya dapat diakses dalam *Mapscript*, dimana telah disediakan sebuah *script* yang sudah jadi. Dengan Chameleon seseorang yang bukan *programer* memungkinkan untuk memasukkan komponen pada aplikasi *WebGIS*. Chameleon terdiri dari 300 *script* PHP yang memberikan fungsi dan akses *widgets* pada *WebGIS*. Kita tidak harus mengetahui bagaimana *script* ini bekerja karena dibangun dengan PHP *Mapscript* sehingga bisa dengan mudah memberikan *HTML Tag*.

2.11.2 Instalasi Chameleon

Paket Chameleon untuk MS4W dapat di *download* pada *website* www.maptools.org. Kemudian ekstrak isi file paket Chameleon tersebut dan letakkan hasil ekstrak pada direktori *http.d*, *apps*, dan *apache/htdocs* pada direktori *ms4w* hasil instalasi Mapserver. Kemudian *restart* Apache, dan buka halaman <http://localhost> pada *web browser* maka akan terlihat *link url* Chameleon 2.4 seperti pada gambar dibawah ini. Jika benar, maka instalasi Chameleon pada MS4W telah berhasil.



Gambar 2.14 *Link URL* Chameleon pada Halaman Utama
(Sumber : Mapserver)

2.12 PostgreSQL/PostGIS

2.12.1 Pengenalan PostgreSQL/PostGIS

PostgreSQL atau sering disebut Postgres merupakan salah satu dari sejumlah *database open source* yang menawarkan skalabilitas, keluwesan, dan kinerja yang tinggi. SQL di PostgreSQL tidaklah seperti yang kita temui pada RDBMS umumnya. Perbedaan penting antara PostgreSQL dengan sistem relasional standar adalah arsitektur PostgreSQL yang memungkinkan *user* untuk mendefinisikan sendiri SQL nya, terutama pada pembuatan *function* atau biasa disebut sebagai *stored procedure*. Hal ini dimungkinkan karena informasi yang disimpan oleh PostgreSQL bukan hanya tabel dan kolom, melainkan tipe, fungsi, metode akses dan banyak lagi yang terkait dengan tabel dan kolom tersebut. Semuanya terhimpun dalam bentuk *class* yang bisa diubah *user*. Arsitektur yang menggunakan *class* ini lazim disebut sebagai *object oriented*. PostgreSQL merupakan database *open source* yang cukup populer, karena ketangguhan dan kemampuannya dalam mengelola data.

PostgreSQL mempunyai ekstensi PostGIS yaitu ekstensi spasial untuk database PostgreSQL, yang menawarkan kemampuan untuk mengelola data spasial untuk aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG). Informasi mengenai PostgreSQL dapat diperoleh pada situs www.postgresql.org. Sedang informasi untuk PostGIS dapat diperoleh dari situs <http://postgis.refraction.net>. Database yang digunakan yaitu postgresql-8.2.3-1, pada platform Windows

2.12.2 Instalasi PostgreSQL/PostGIS

Ada berbagai cara untuk membangun *database*. Dalam hal ini PostgreSQL yang mendukung data spasial (postGIS). Akan tetapi cara mudahnya adalah menggunakan postgresql-8.2.3-1 msi (*installer windows* dengan fitur PostgreSQL lengkap, termasuk PostGIS seperti sudah dijelaskan diatas. PostGIS mendukung semua objek spasial yang di spesifikasikan oleh *OpenGIS Consortium* (<http://www.opengis.org>).

2.13 PHP/Mapscript

Yang kedua dibuat dalam *MapScript* yaitu suatu *interface* pemrograman pada Mapserver yang ditulis dalam bahasa PHP dan memungkinkan kita untuk membuat peta digital interaktif. *File PHP/Mapscript* selain berfungsi sebagai penyedia parameter peta, dapat pula sebagai *Template Web*. *Template* berfungsi untuk menampilkan legenda, arah utara, skala peta. Selain itu dalam *file Mapscript* ini juga diberikan perintah yang memungkinkan peta yang dihasilkan memiliki fitur-fitur peta interaktif seperti menu *zoom in*, *zoom out*, *zoom extent*, *pan*, *recenter*, *identify feature (id)*, *distance measure* dan lain-lain. Berikut adalah tampilan *mapscript* apabila telah terinstal dengan baik pada *web browser* dengan membuka <http://localhost>. (sumber : Mapserver)

```
MapServer version 4.10.0 OUTPUT=GIF OUTPUT=PNG OUTPUT=JPEG OUTPUT=WBMP  
OUTPUT=PDF OUTPUT=SWF OUTPUT=SVG SUPPORTS=PROJ SUPPORTS=FREETYPE  
SUPPORTS=WMS_SERVER SUPPORTS=WMS_CLIENT SUPPORTS=WFS_SERVER  
SUPPORTS=WFS_CLIENT SUPPORTS=WCS_SERVER SUPPORTS=SOS_SERVER  
SUPPORTS=THREADS SUPPORTS=GEOS INPUT=JPEG INPUT=POSTGIS INPUT=OGR  
INPUT=GDAL INPUT=SHAPEFILE DEBUG=MSDEBUG
```

Gambar 2.15 *Report MapScript* versi *Mapserver*
(Sumber : Mapserver)

