

# BAB 1

## SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)

### 1.1. Pengertian

Sistem Informasi Geografis (SIG) / *Geographic Information System (GIS)* adalah suatu sistem informasi berbasis komputer, yang digunakan untuk memproses data spasial yang ber-georeferensi (berupa detail, fakta, kondisi, dsb) yang disimpan dalam suatu basis data dan berhubungan dengan persoalan serta keadaan dunia nyata (real world). Manfaat SIG secara umum memberikan informasi yang mendekati kondisi dunia nyata, memprediksi suatu hasil dan perencanaan strategis.

Secara harfiah, SIG dapat diartikan sebagai :

*"suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras, perangkat lunak, data geografis dan sumberdaya manusia yang bekerja bersama secara efektif untuk menangkap, menyimpan, memperbaiki, memperbaharui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisa, dan menampilkan data dalam suatu informasi berbasis geografis"*

### 1.2. Komponen

Secara umum SIG bekerja berdasarkan integrasi 5 Komponen, yaitu: *Hardware, software, data, manusia dan metode.*

#### 1.2.1. Hardware

SIG membutuhkan *hardware* atau perangkat keras seperti, *digitizer, plotter/printer, scanner*, komputer yang memiliki spesifikasi lebih tinggi dibandingkan dengan sistem informasi lainnya untuk menjalankan *software-software* SIG, seperti kapasitas *Memory (RAM)*, *Hard-disk*, Prosesor serta *VGA Card*. Hal tersebut disebabkan karena data-data yang digunakan dalam SIG baik data vektor maupun data raster penyimpanannya membutuhkan ruang yang besar dan dalam proses analisisnya membutuhkan *memory* yang besar dan prosesor yang cepat.

#### 1.2.2. Software

Sebuah *software* SIG haruslah menyediakan fungsi dan *tool* yang mampu melakukan penyimpanan data, analisis dan menampilkan informasi geografis. Dengan demikian elemen yang harus terdapat dalam komponen *software* SIG adalah:

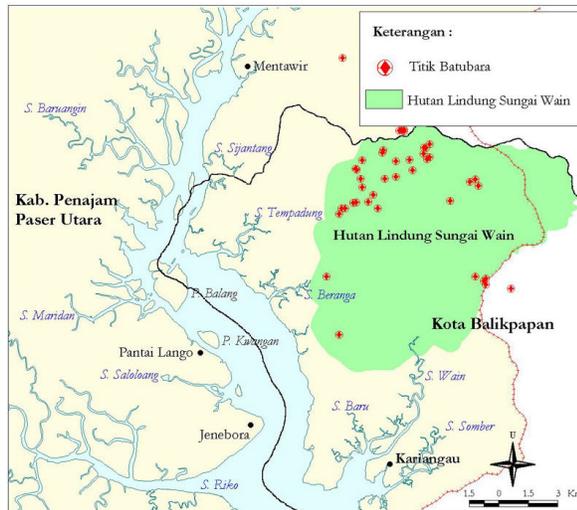
- Tools untuk melakukan input dan transformasi data geografis
- Sistem manajemen basis data
- Tool yang mendukung query geografis, analisis dan visualisasi
- *Graphical User Interface (GUI)* untuk memudahkan akses pada tool geografi

#### 1.2.3. Data

Hal yang merupakan komponen penting dalam SIG adalah data. Secara fundamental SIG bekerja dengan dua tipe model data geografis yaitu model data vektor dan model data raster.

##### ➤ Model Data Vektor

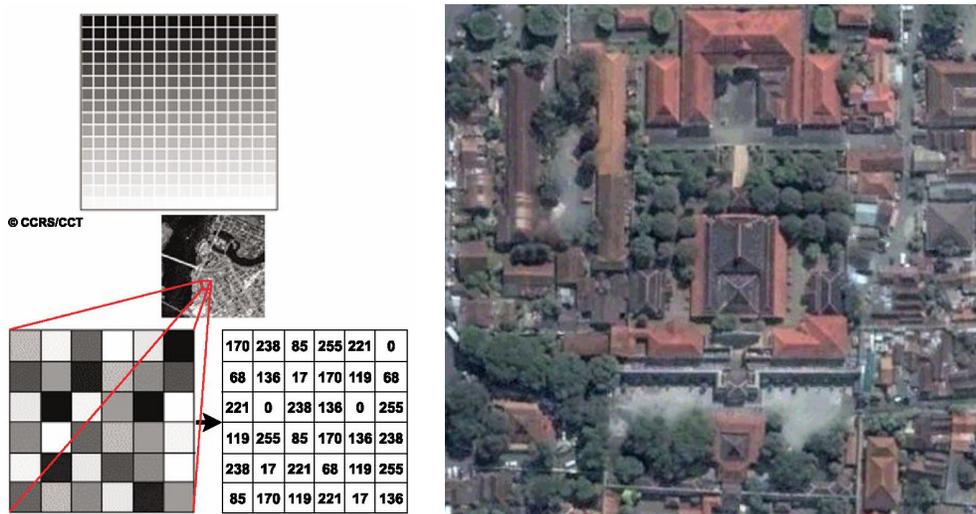
Informasi posisi point, garis dan polygon disimpan dalam bentuk x,y koordinat. Suatu lokasi point dideskripsikan melalui sepasang koordinat x,y. Bentuk garis, seperti jalan dan sungai dideskripsikan sebagai kumpulan dari koordinat-koordinat point. Bentuk poligon, seperti zona project disimpan sebagai pengulangan koordinat yang tertutup.



Data vector teluk Balikpapan

➤ **Model Data Raster**

Model data ini terdiri dari sekumpulan grid/sel seperti peta hasil *scanning* maupun gambar/image. Masing-masing grid/sel atau *pixel* memiliki nilai tertentu yang bergantung pada bagaimana image tersebut digambarkan. Sebagai contoh, pada sebuah image hasil penginderaan jarak jauh dari sebuah satelit, masing – masing pixel direpresentasikan sebagai panjang gelombang cahaya yang dipantulkan dari posisi permukaan bumi dan diterima oleh satelit dalam satuan luas tertentu yang disebut *pixel*.



Struktur data raster dan Citra satelit Quick Bird

Pada *image* hasil *scanning*, masing – masing *pixel* merepresentasikan keterangan nilai yang berasosiasi dengan point-point tertentu pada image hasil *scanning*.

Dalam SIG, setiap data Geografis memiliki data tabular yang berisi informasi spasial. Data tabular tersebut dapat direlasikan oleh SIG dengan sumber data lain seperti basis data yang berada diluar tools SIG.

**1.2.4. Manusia**

Teknologi SIG tidaklah menjadi bermanfaat tanpa manusia yang mengelola sistem dan membangun perencanaan yang dapat diaplikasikan sesuai kondisi dunia nyata. Sama seperti pada Sistem Informasi lain pemakai SIG pun memiliki tingkatan tertentu, dari

tingkat spesialis teknis yang mendesain dan memelihara sistem sampai pada pengguna yang menggunakan SIG untuk menolong pekerjaan mereka sehari-hari

### 1.2.5. Metode

SIG yang baik memiliki keserasian antara rencana desain yang baik dan aturan dunia nyata, dimana metode, model dan implementasi akan berbeda-beda untuk setiap permasalahan.

### 1.3. Proses

Sebelum data geografi digunakan dalam SIG, data tersebut harus dikonversi kedalam format digital. Proses tersebut dinamakan digitasi. Proses digitasi memerlukan sebuah hardware tambahan yaitu sebuah digitizer lengkap dengan mejanya. Untuk mendigitasi peta harus dilekatkan pada peta digitasi titik dan garis ditelusuri dengan kursor digitasi atau keypad. Digitasi ini memerlukan software tertentu seperti ARC/INFO Autocad, MapInfo atau software lain yang dapat mensupport proses digitasi tersebut. Untuk SIG dengan teknologi yang lebih modern, proses konversi data dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi scanning.

Tipe data yang digunakan dalam SIG mungkin perlu ditransformasi atau dimanipulasi dengan beberapa cara agar sesuai dengan sistem. Misalnya terdapat perbedaan dalam skala, sehingga sebelum dimasukkan dan diintegrasikan harus ditransformasikan dahulu kedalam skala yang sama. Transformasi ini bisa bersifat sementara untuk ditampilkan saja atau secara permanen untuk proses analisis. Transformasi juga berlaku untuk system koordinat yang digunakan.

Tahapan selanjutnya adalah *editing* merupakan tahap koreksi atas hasil digitasi. Koreksi tersebut dapat berupa penambahan atau pengurangan *arc* atau *feature* yaitu dengan mengedit *arc* yang berlebih (*overshoot*) atau menambahkan *arc* yang kurang (*undershoot*). *Editing* juga dilakukan untuk menambahkan *arc* secara manual seperti membuat polygon, line maupun point.

Setelah data keruangan dimasukkan maka proses selanjutnya beralih ke pengelolaan data – data deskriptif, dalam hal ini meliputi anotasi (pemberian tulisan pada *coverage*), *labelling* (pemberian informasi pada peta bersangkutan), dan attributing yaitu tahap dimana setiap Label ID hasil proses *labelling* diberi tambahan atribut yang dapat memberikan sejumlah informasi tentang poligon atau *arc* yang diwakilinya. Dalam proyek SIG yang kecil informasi geografi cukup disimpan sebagai file-file – file komputer. Akan tetapi, jika volume data dan jumlah pemakai data besar, langkah terbaik yang harus digunakan adalah dengan DBMS.

Query pada SIG pada dasarnya juga merupakan proses analisis tetapi dilakukan secara proses tabular. Secara fundamental Analisis pada SIG menggunakan analisis spasial. SIG memiliki banyak kelebihan dalam analisis spasial, tetapi dua hal yang paling penting yaitu :

- Analisis *Proximity*, merupakan analisis geografis yang berbasis pada jarak antar layer. Dalam analisis proximity SIG menggunakan proses yang disebut buffering (membangun lapisan pendukung disekitar layer dalam jarak tertentu) untuk menentukan dekatnya hubungan antar sifat bagian yang ada.
- Analisis overlay, Proses integrasi data dari lapisan layer-layer yang berbeda disebut overlay. Secara sederhana, hal ini dapat disebut operasi visual, tetapi operasi ini secaraanalisa membutuhkan lebih dari satu layer untuk dijoin secara fisik. Sebagai contoh overlay atau spasial join yaitu integrasi antara data tanah, lereng dan vegetasi, atau kepemilikan lahan dengan nilai taksiran pajak bumi.

Untuk beberapa tipe operasi geografi, hasil akhir terbaik diwujudkan dalam peta atau grafik. Peta sangatlah efektif untuk menyimpan dan memberikan informasi geografis.

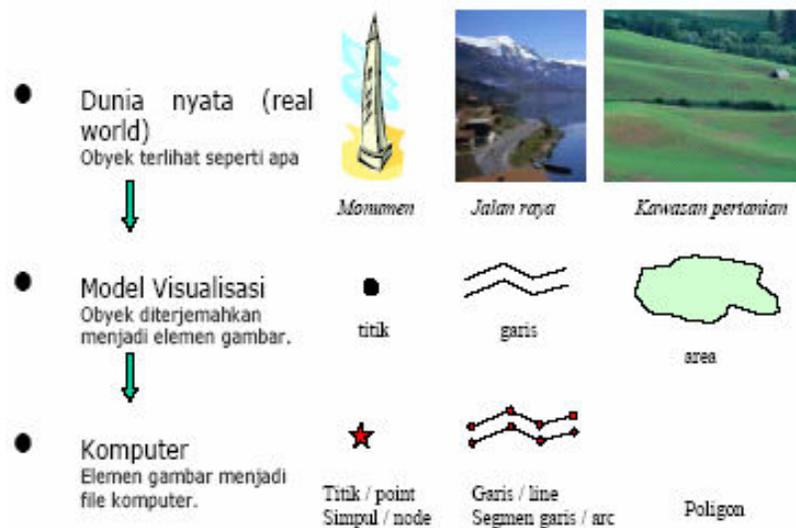
#### 1.4. Permodelan Dunia Nyata (real world)

SIG merupakan bentuk pengejawantahan serta menyajikan persepsi tentang dunia nyata, sehingga permodelan dunia nyata merupakan langkah awal untuk membangun SIG. Untuk menghasilkan persepsi diperlukan proses-proses yang jarang sekali bersifat langsung dan mudah dipahami seketika (realitas) yang bersifat tidak teratur (*irregular*), kompleks, dan secara kontinyu mengalami perubahan. Berdasarkan hal tersebut, wajar apabila dalam memahami persepsi tentang permodelan suatu obyek pada dunia nyata tergantung pada si pengamat secara subyektif.

Dunia nyata dapat dideskripsikan didalam pengertian model-model yang membatasi konsep-konsep dan prosedur-prosedur yang diperlukan untuk mentranslasikan pengamatan-pengamatan. Proses translasi model tersebut akan melibatkan unsur informasi terkecil yaitu entity. Satu entity terdiri dari klasifikasi tipe, atribut dan relasi. Tipe entity mengansumsikan fenomena dunia nyata dapat diklasifikasikan. Proses klasifikasi akan dilanjutkan dengan pendefinisian.

Dalam SIG representasi model dunia nyata dilakukan dalam tiga notasi yaitu data titik (point), garis (line atau polyline) dan poligon (region/area). Data titik mewakili obyek benda tertentu dengan representasi koordinat posisi bumi tunggal. Data garis terdiri dari beberapa data titik yang terhubung membentuk garis yang berarti representasi data koordinat diskrit. Data polygon terdiri dari beberapa line atau polyline yang berbentuk kurva tertutup

3 Tahapan dalam memproses data/obyek di dunia nyata menjadi data/obyek dalam komputer:



Setelah mendefinisi, kita perlu memberi atribut untuk mendeskripsikan data dan informasi. Deskripsi data akan menentukan kuantitas dan kualitas data sehingga memiliki tingkat akurasi data, yaitu rasio (proporsional) (perhitungan matematis dan obyektif, misal panjang garis dari suatu titik koordinat), interval data (pengelompokan data) dan ordinal (bilangan berurutan) (representasi tingkat kualitas dalam baik, sedang, buruk). Relasi entity dinyatakan dalam hubungan logika-logika. Jadi suatu model obyek pada dunia nyata akan dinyatakan sebagai tipe entity yang memiliki atribut data sebagai properties dan berhubungan dengan suatu aturan logika tertentu dalam relationship.

## 1.5. Representasi Data Grafis

- Dalam SIG representasi model dunia nyata dilakukan dalam tiga notasi yaitu data titik (point), garis (line atau polyline) dan poligon (region/area).
- Data titik mewakili obyek benda tertentu dengan representasi koordinat posisi bumi tunggal
- Data garis terdiri dari beberapa data titik yang terhubung membentuk garis yang berarti representasi data koordinat diskrit
- Data polygon terdiri dari beberapa line atau polyline yang berbentuk kurva tertutup

## 1.6. Sistem koordinat dan Proyeksi

Informasi lokasi ditentukan berdasarkan sistem koordinat, yang di antaranya mencakup datum dan proyeksi peta. Datum adalah kumpulan parameter dan titik kontrol yang hubungannya geometriknnya diketahui, baik melalui pengukuran atau penghitungan. Sedangkan sistem proyeksi peta adalah sistem yang dirancang untuk merepresentasikan permukaan dari suatu bidang lengkung atau spheroid (misalnya bumi) pada suatu bidang datar. Proses representasi ini menyebabkan distorsi yang perlu diperhitungkan untuk memperoleh ketelitian beberapa inacam properti, seperti jarak, sudut, atau luasan.

Koordinat adalah pernyataan besaran geometrik yang menentukan posisi satu titik dengan mengukur besar vektor terhadap satu Posisi Acuan yang telah didefinisikan.

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 sistim koordinat tersebut bersifat Lokal atau disebut Koordinat Lokal dan jika ditetapkan sebagai kesepakatan berdasar matematis maka koordinat itu disebut koordinat yang mempunyai sistim kesepakatan dasar matematisnya.

Untuk menggambarkan obyek atau features permukaan bumi di atas layar komputer, kita memerlukan suatu sistem penggambaran yang merepresentasikan keadaan bumi sebenarnya yang kita sebut sebagai proyeksi. Proyeksi kita gambarkan dalam sistem koordinat cartesian, yang umumnya kita kenal dalam unit X dan Y. Berikut akan kita bahas 2 sistem proyeksi yang sering digunakan dalam SIG yaitu proyeksi *Longitude Latitude* (Longlat) dan *Universal Tansverse Mercator* (UTM).

### 1.6.1. Sistem Koordinat Geografi

Proyeksi ini umum digunakan untuk menggambarkan keadaan global. Satuan units yang digunakan adalah degree (derajat atau  $^{\circ}$ ). Satuan derajat ini dilambangkan dengan satuan decimal degree, DMS (*degree minute second*) dan DM (*Degree minute decimals*).

Koordinat Geografi adalah Pernyataan Koordinat Spheroid Bumi (3D) dengan Komponen:

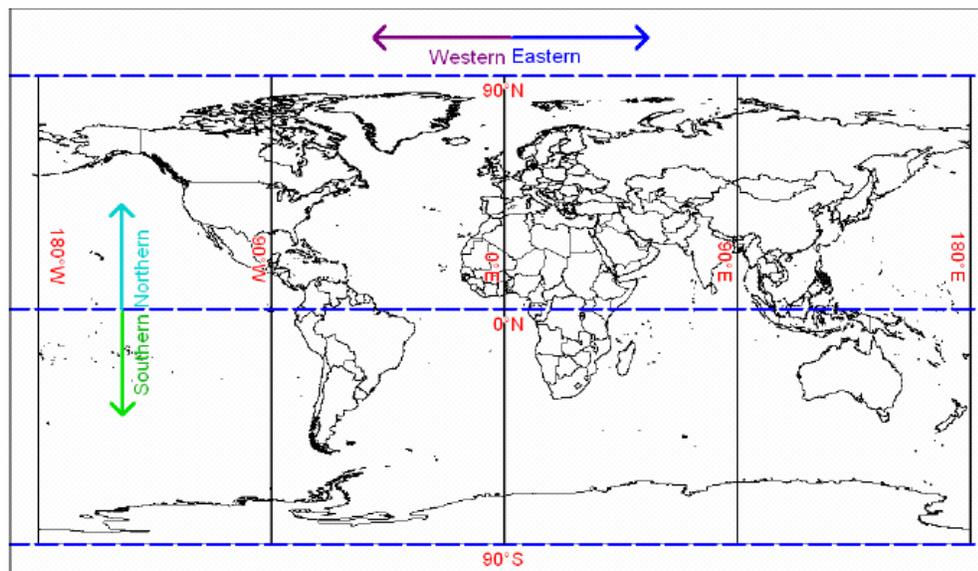
- Bujur (Longitude), dimana Bujur  $0^{\circ}$  terletak di GREENWICH di negara Inggris (sekitar kota London) dihitung ke barat (BUJUR Barat) dan ke timur (BUJUR Timur)
- Lintang (Latitude), dimana diawali pada Lintang  $0^{\circ}$  yang merupakan lingkaran Equator dihitung ke Utara (Lintang Utara) dan ke Selatan (Lintang Selatan)

Posisi Geografi adalah titik potong garis Bujur dan Lintang yang melalui titik tersebut. Proyeksi longlat didasari dari bentuk bumi spheroid, yang dibagi atas garis tegak yang mengiris bumi dari belahan bumi utara hingga ke kutub selatan yang dinamakan garis meridian dan garis-garis melintang yang membagi bumi dari timur hingga ke barat yang dinamakan garis paralel. Garis  $0^{\circ}$  meridian melewati kota

Grenwich, Inggris, implikasinya adalah adanya pembagian waktu yang berbeda pada daerah-daerah di bumi bagian timur dan barat. Perubahan nilai garis meridian terjadi secara vertikal sepanjang garis horizontal yang kita sebut sebagai longitude atau titik X. Sedangkan garis paralell berubah secara horizontal sepanjang garis vertikal dan kita sebut sebagai Latitude atau titik Y. Akibat dari adanya garis paralel adalah adanya perbedaan musim di daerah bagian selatan dan utara bumi. Umumnya Indonesia menyebut Bujur Timur untuk menamakan eastern dan bujur barat untuk western, sedangkan belahan bumi utara atau Northern disebut sebagai lintang utara dan sebaliknya belahan bumi selatan atau Southern disebut sebagai lintang selatan.

Proyeksi ini akan dibaca sebagai proyeksi bumi spheroid oleh koordinat cartesian, yang memiliki 4 zone utama yaitu zone timur utara (*North East*) dengan koordinat (x,y) berupa nilai (+,+), zone timur selatan (*South East*) sebagai (+,-), zone barat selatan (*South Western*) dengan (-,-) dan zone barat utara (*North Western*) (-,+).

Berikut adalah contoh penerapan proyeksi longlat untuk negara-negara di seluruh dunia.

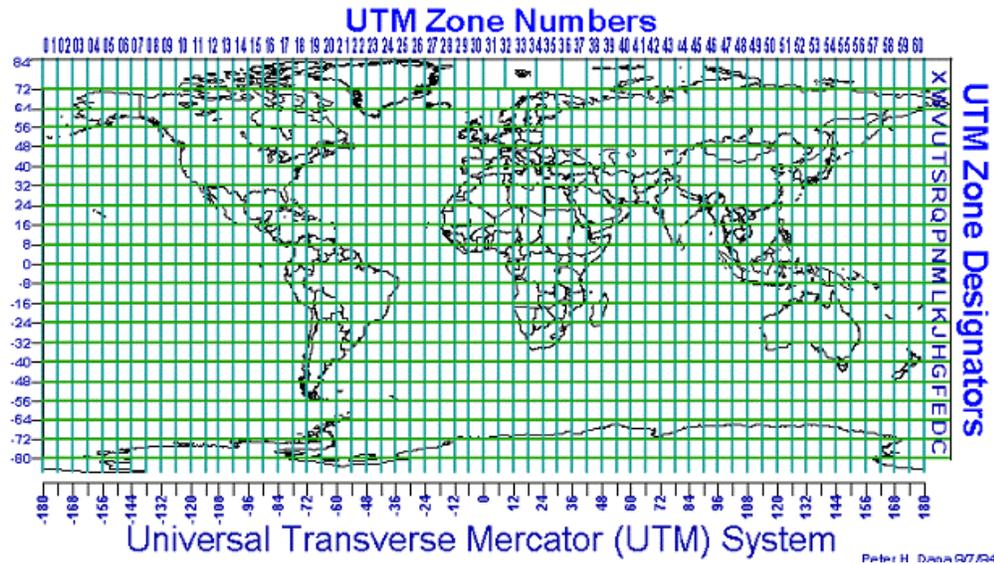


Proyeksi tersebut walaupun berlaku global tetapi karena bentuk bumi yang cenderung elips menyebabkan adanya perbedaan jarak antar garis meridian dan paralel di setiap belahan bumi. Sebagai contoh satu derajat jarak antar garis meridian di daerah khatulistiwa sama dengan kira-kira 110km sedangkan pada jarak satu derajat yang sama di belahan bumi utara, misal di Jepang yang terletak di tengah belahan bumi utara kira-kira sebanding dengan 90km, dan semakin ke utara dan selatan jaraknya semakin mengecil, untuk itu diperlukan suatu sistem lokal yang akan memperkecil nilai kesalahan yang mana setiap daerah memiliki sistem yang berbeda, misal antara Amerika Utara dan selatan memiliki system berbeda, begitu pula dengan negara-negara di benua Asia, Eropa dan lain-lain. Indonesia menggunakan sistem yang disebut World Geodetic System tahun 1984 (WGS 1984). Dengan demikian, untuk menyatakan batas-batas koordinat Indonesia adalah sebagai berikut: Proyeksi Longitude Latitude dalam system WGS 1984 dengan batas-batas koordinat sebagai berikut: 6° Northern (LU) - (-11)° Southern (LS) dan 95° Eastern (BT) – 141° Eastern (BT).

### 1.6.2. Sistem Koordinat Universal Transverse Mercator (UTM)

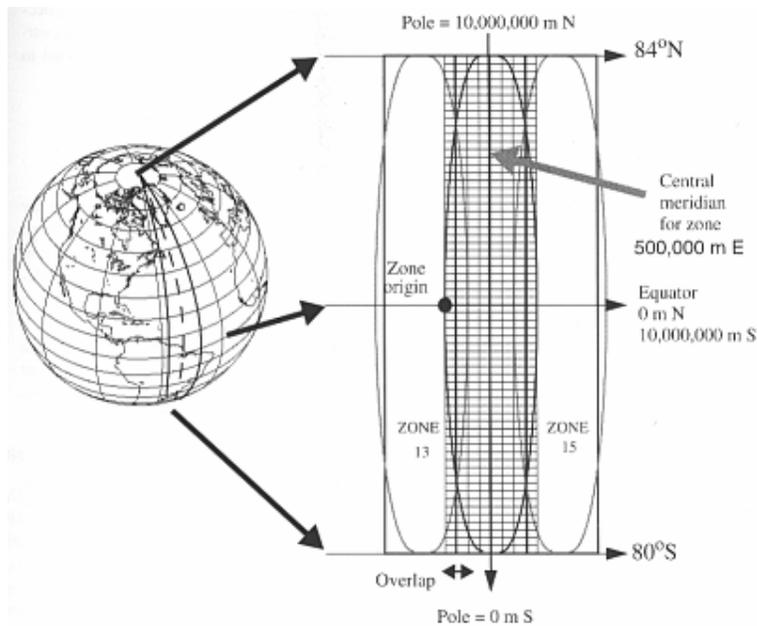
Untuk menyatakan proyeksi yang lebih detail dan bersifat lokal kita gunakan, salah satunya yaitu proyeksi Universal Transverse Mercator. Satuan units yang digunakan adalah meter, proyeksi ini didasarkan pada asumsi bahwa jarak datar di permukaan bumi akan homogen setiap lebar 6° antar garis meridian dan 8° antar garis paralell.

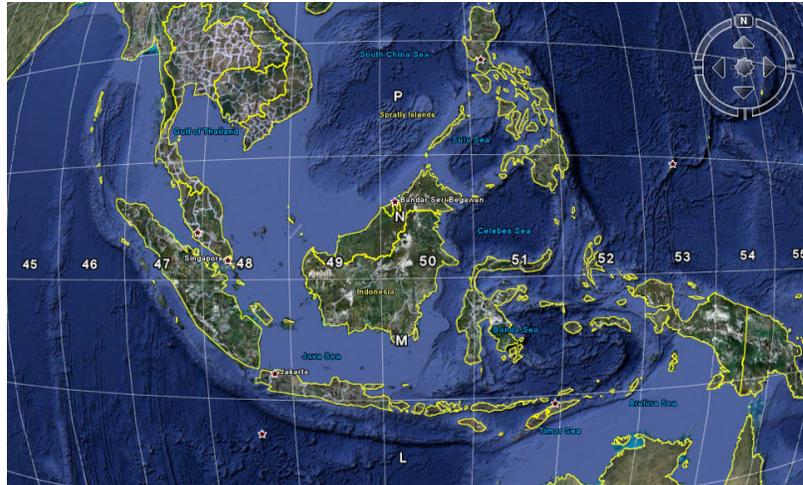
Dengan demikian apabila perhitungan dimulai dari titik  $-180^{\circ}\text{W}$  hingga  $180^{\circ}\text{E}$  terdapat 60 zone, tiap zone dinamakan zone 1, zone 2, dan seterusnya hingga zone 60.



Kemudian untuk menghitung zone paralel, dimulai dari titik paling selatan yang dianggap masih memungkinkan adalah  $80^{\circ}\text{S}$  hingga  $84^{\circ}\text{N}$ , tiap lebar  $8^{\circ}$  disebut sebagai satu zone dengan perlambangan huruf, jadi dihitung dari paling selatan  $80^{\circ}\text{S}$  adalah Zone A, zone B, dan seterusnya hingga zone X, kecuali penamaan untuk huruf i dan O yang tidak digunakan. Sehingga semuanya ada 22 zone.

Umumnya software GIS akan menamakan secara sederhana, yaitu semua daerah di utara disebut zone Northern Hemisphere, dan Southern Hemisphere untuk daerah selatan khatulistiwa. Walaupun demikian, seperti yang telah di bahas sebelumnya, maka untuk tiap daerah tertentu memiliki system lokal lagi seperti halnya proyeksi longitude latitude. Jadi untuk Indonesia, kita akan menggunakan UTM WGS 1984. Misal, untuk menyatakan sistem proyeksi daerah Samarinda yang terletak di  $(117^{\circ}, -1^{\circ})$  digunakan sistem proyeksi UTM WGS 1984 Zone 50S.





Zona UTM wilayah Indonesia

Perhitungan data yang digunakan adalah dalam satuan meter. Primary koordinat UTM dimulai dari dua tempat, yaitu dari titik tengah equator dan dari titik pertama di selatan equator ( $80^{\circ}$ ) . sehingga nilai koordinat UTM umumnya hingga ratusan ribu dalam axis dan jutaan dalam ordinat.

**PROYEKSI UTM (Universal Transverse Mercator) :** Sistem Proyeksi Orthometrik dengan satuan panjang ( m ) berdasar bidang SILINDER (Mercator), bersifat KONFORM, kedudukan bidang Proyeksi TRANVERSAL (Melintang), menggunakan ZONE (Universal) dengan interval  $6^{\circ}$  meridian dikenalkan oleh Mercator.

**KOORDINAT UTM :** Koordinat Orthometrik 2 Dimensi, dengan Titik Acuan N = 10,000,000 m dan E = 500,000 m terletak di Pusat Proyeksi (Perpotongan Meridian Central/Tengah Zone dengan Equator). Arah Utara grid sejajar Proyeksi MC

**ZONE :** Merupakan Juring Elipsoid dengan batasan  $6^{\circ}$  diawali di Bujur  $180^{\circ}$  dengan arah Timur (Zone 1) sampai dengan Zone 60. Artinya berawal di Bujur  $180^{\circ}$  ketimur (Bujur Timur) melalui Bujur  $0^{\circ}$  di Greenwich (Zone 30) berakhir di Bujur  $180^{\circ}$  Timur (Zone 60)

Zone pada tiap daerah berbeda sehingga satu unit zone sistem yang berlaku di daerah tidak bisa digunakan pada daerah lain. Untuk indonesia, zone UTM yang berlaku adalah seperti pada gambar berikut. Untuk menyatakan satuan meter atau feet pada peta yang berlaku global kita dapat menggunakan proyeksi lain seperti mercator, robinson, dan lain sebagainya tergantung karakteristik posisi meridian dan paralall tiap daerah/negara.

## 1.7. Manipulasi dan Analisis Data dalam GIS

Analisis SIG dapat dinyatakan dengan fungsi-fungsi spasial dan atribut yang dilakukan serta kemampuan memberikan jawaban-jawaban atau solusi yang diberikan terhadap pertanyaan-pertanyaan yang diajukan.

### a. Kemampuan menjawab pertanyaan konseptual

SIG diharapkan mampu menjawab pertanyaan sebagai berikut.

- 1) *What is at ...?* (pertanyaan lokasional apa yang terdapat pada lokasi tertentu)
- 2) *What is it...?* (pertanyaan kondisional: lokasi apa yang mendukung untuk kondisi tertentu)
- 3) *How has it changed ...?* (pertanyaan kecenderungan mengidentifikasi kecenderungan atau peristiwa yang terjadi)
- 4) *What is pattern ....?* (penyataan hubungan menganalisis hubungan)

- 5) *What if ...?* (pertanyaan berbasiskan model komputer dan monitor dalam kondisi optimal, kecocokan lahan, resiko terhadap bencana, dan lain-lain)
- 6) *Which is the best way ...?* (pertanyaan route optimum)

#### **b. Kemampuan fungsi analisis**

Fungsi-fungsi analisis yang dapat dilakukan secara umum terdapat dua jenis fungsi analisis, yaitu analisis spasial dan analisis atribut (basisdata atribut).

##### 1) Fungsi analisis spasial meliputi.

- a) Pemanggilan data.
- b) Generalisasi.
- c) Abstraksi.
- d) Manipulasi koordinat.
- e) Buffer.
- f) Overlay dan dissolve.
- g) Pengukuran.
- h) Grid.
- i) Metode medan digital (*Digital Elevation Model*).

##### 2) Fungsi analisis data atribut, mencakup.

- a) Membuat basisdata baru (*create database*).
- b) Menghapus basisdata (*clean database*)
- c) Membuat tabel basisdata (*create table*).
- d) Menghapus tabel basisdata (*drop table*)
- e) Mengisi dan menyimpan data (*record*) ke dalam tabel (*insert*)
- f) Membaca dan mencari data (*filed atau recored*) dari tabel basisdata (*retrive*)
- g) Mengubah dan mengedit data yang terdapat di dalam tabel basisdata (*update, edit*)
- h) Menghapus data dari tabel (*pack*)
- i) Membuat indeks untuk setiap tabel basisdata.

#### **c. Fungsi aplikasi**

Estes 1990, menyebutkan empat kemampuan aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis yang dikenal sebagai empat M, yaitu:

- 1) Pengukuran (*measurement*)
- 2) Pemetaan (*mapping*)
- 3) Pemantauan (*monitoring*)
- 4) Pembuatan model (*modelling*)